

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Linjeproduktion i växthusodlingen

– en presentation av odlingssystemet samt en modell för produktionsplanering

Conveyor Belt Cropping in Protected Cultivation

– a presentation of the cropping system and a planning model

**Per Eriksson
Bertil Kjellström**

**Institutionen för
lantbruksteknik
Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural
Engineering**

**Rapport 125
Report
Uppsala 1988
ISSN 0293-0086
ISBN 91-576-3338-X**

Institution/motsvarande Lantbruksteknik, avdelningen för markbyggnads- och trädgårdsodlings- teknik		Dokumenttyp Examensarbete (Rapport)	
		Utgivningsår 1988	Ärendebeteckning
Författare/upphov Eriksson, Per Kjellström, Bertil			
Dokumentets titel Linjeproduktion i växthusodlingen - en presentation av odlingssystemet samt en modell för produktionsplanering. Conveyor Belt Cropping in Protected Cultivation - a presentation of the cropping system and a planning model.			
Referat I denna rapport redogörs för ett odlingssystem för växthusodling, linjeproduktion. Historik och bakgrund för linjeproduktionens utveckling tas upp liksom förutsätt- ningar för samt för- och nackdelar med ett sådant odlingssystem. Med hjälp av en datorbaserad modell illustreras odlingsprincipen samt visas hur en produktions- planering och optimering i ett linjeproducerande företag går till och hur den skiljer sig från andra odlingssystem. I slutet av rapporten finns ett antal företag beskrivna som odlar efter principen med linjeproduktion.			
		Målgrupp I, II	
Ämnesord (AGROVOC) Greenhouses, continuous cropping, planning models, optimization methods, plant production			
Andra ämnesord Växthus, linjeproduktion, kontinuerlig produktion, optimering, planeringsmodell, intern transport, flyttbara odlingsytor			
Övriga bibliografiska uppgifter			
Serie-/tidskriftstitel och volym/nr Rapport 125. Sveriges lantbruksuniversitet, inst. för lant- bruksteknik		ISBN 91-576-3338-X	
		ISSN 0283-0086	
Språk Svenska	Smf-språk svenska/engelska	Omfång 69 s	Antal ref. 42 + 12
Projektnamn			

FÖRORD

Det här arbetet har utförts som ett examensarbete vid institutionen för lantbruksteknik. Det behandlar en relativt ny och föga spridd odlingsmetod, linjeproduktion, som tillämpas av ett fåtal odlare i Sverige. För att få ett större arbetsmaterial har vi därför även besökt odlare i Danmark som odlar enligt linjeproduktionsprincipen.

Eftersom arbetet har utförts som ett samarbete mellan två hortonomstuderande med skilda inriktningar, en odlings- och en teknikinriktad, har det skett en naturlig fördelning av arbetet. Kapitel 2, 3 och 4.1 har skrivits av den odlingsinriktade, medan kapitel 4.2 och 5 har skrivits av den studerande med teknisk inriktning. Övriga kapitel är skrivna utifrån gemensamma erfarenheter, där kapitel 7 är grundat på besök i odlingar med linjeproduktion.

Rapporten speglar den utveckling där produktionsmetoder och inredningssystem kopplas till varandra. Det är det första exemplet på arbete inom detta område vid institutionen. Vår förhoppning är att arbetet på detta område ska kunna fortskrida och att det nu gjorda arbetet ska kunna bilda en grund för detta.

Vi ber att få tacka vår handledare Sven-Axel Svensson, som varit oss behjälplig under arbetets gång samt övriga som ställt upp och gjort detta arbete möjligt.

Alnarp i februari 1988.

Per Eriksson

Bertil Kjellström

INNEHÅLL

Sid

FÖRORD

SAMMANFATTNING

SUMMARY

1 INLEDNING

2 BAKGRUND

2.1 Arbetsmiljö

2.1.1 Klimat

2.1.2 Ergonomiska faktorer

2.1.3 Transportmiljö

2.2 Arbetskostnader

2.3 Ytutnyttjande

2.4 Produktionsplanering

3 LINJEPRODUKTION SOM ODLINGSSYSTEM

3.1 Vad är linjeproduktion?

3.2 Fördelar

3.2.1 Generella fördelar med flyttbara odlingsytor

3.2.2 Fördelar med linjeproduktion

3.3 Nackdelar

3.3.1 Generella nackdelar med flyttbara odlingsytor

3.3.2 Nackdelar med linjeproduktion

4 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR LINJEPRODUKTION

4.1 Biologiska förutsättningar

4.1.1 Variation inom en omgång

4.1.2 Variation mellan omgångar

4.2 Tekniska förutsättningar

4.2.1 Flyttbara odlingsytor

4.2.2 Transportutrustning

5 PRODUKTIONSPLANERING

5.1 Manuell planering

5.2 Planering med modell

5.2.1 Parametrar

5.2.2 Illustrationer

5.2.3 Optimering

5.2.4 Svagheter

5.3 Avkastning beroende på odlingssystem

5.3.1 Sallat

5.3.2 Hedera

5.3.3 Kulturbbyte i linjeproduktion

5.3.4 Resultat av beräkningar

6 LINJEPRODUKTIONENS HISTORIA

	<u>Sid</u>
7 ODLINGAR MED LINJEPRODUKTION	46
7.1 Smörgåskrasse	46
7.1.1 Biologi	47
7.1.2 Odlingen	47
7.1.3 Marknad och produktionsplanering	48
7.2 Plocksallat	48
7.2.1 Biologi	49
7.2.2 Odlingen	49
7.2.3 Marknad och produktionsplanering	50
7.3 Hedera helix	50
7.3.1 Biologi	50
7.3.2 Odlingen	51
7.3.3 Marknad och produktionsplanering	51
7.4 Krysantemum	51
7.4.1 Biologi	51
7.4.2 Företag A	52
7.4.3 Företag B	54
7.4.4 Snittkrysantemum	56
8 LINJEPRODUKTIONENS FRAMTID	56
9 LITTERATURFÖRTECKNING	58
BILAGOR	61

SAMMANFATTNING

Linjeproduktion som odlingsprincip karaktäriseras av att växterna placeras in i ena änden av en odlingslinje och transporteras under odlingen så att de är färdiga att skördas då de når slutet av linjen. Utmed linjen finns arbetsstationer där arbete på kulturen utförs.

Fördelarna med att använda ett sådant odlingssystem är flera. Arbetsmiljön förbättras genom att klimatet går att anpassa efter människans önskemål vid arbetsstationerna samt att individuella hjälpmedel kan installeras där. Arbetsbehovet minskar tack vare att arbetsmoment försvinner samt att arbetsprestationen ökar pga det förbättrade klimatet. Ytutnyttjandet ökar vid installationen av flyttbara bord i stället för rullbord samt beroende på att det finns möjlighet till en successiv glesning av växterna. Genom att de flyttbara odlingsytorna med växter är en enhet minskar transportererna i företaget. Vissa transporter uteblir helt. Arbetsorganisationen underlättas genom att omgångarna är mindre och fler och de annars vanliga arbetstopparna, vid t ex skörd, undviks. En kontinuerlig produktion erhålles som gör odlaren mindre känslig för tillfälliga prisändringar på den odlade produkten samt minskar kulturbytesförlusterna. Den biologiska fördelen som erhålls är att linjen kan delas in i klimatzoner och att klimatet kan anpassas efter kulturens utveckling.

Några nackdelar med linjeproduktion är att kulturvalet blir begränsat samt att odlingen blir känslig för produktionsstörningar. Beroende på hur linjeproduktionen är uppbyggd kan det uppstå problem när arbete ska utföras på hela eller en stor del av kulturen. Det är ett större problem i de tidigare än de senare byggda anläggningarna.

För att denna odlingsprincip ska kunna bedrivas krävs vissa förutsättningar:

- Jämnhet i utvecklingen hos plantmaterialet.
- Skördetiden måste vara relativt kort.
- Flyttbara odlingsytor och transportmedel för förflyttning av dessa.

För att få jämnhet i utveckling och en kort skördetid bör odling ske nära det biologiska optimumet för kulturen. Det blir därför problematiskt att ha mer än en kultur på linjen samtidigt eftersom få kulturer har samma krav på miljön. Växterna bör vara definierade genetiskt och vara patogenfria. Under vintern bör odling ske med insats av koldioxid och assimilationsbelysning. Linjeproduktion är speciellt lämplig för kulturer som reagerar enhetligt på kulturåtgärder, t ex i avseende att initiera blomning. Bland dessa kan krysantemum nämnas. Andra lämpliga kulturer för linjeproduktion är de med enbart vegetativ utveckling, t ex sallat och Hedera.

För att utnyttja ytan optimalt bör en produktionsplanering göras som tar hänsyn till kulturtidens variation över året. Eftersom växterna flyttas framåt under tillväxten och kulturtiden varierar med instrålningen kan inte hela det tomma utrymme som uppstår efter skörd av en omgång alltid fyllas upp. Med hjälp av en modell med optimeringsmöjlighet kan det beräknas hur stora omgångar som ska placeras in på odlingsytan för att utnyttja den bäst. Det visar sig att kulturer med kort skördetid och med liten variation i kulturtid över året är de som lämpar sig bäst för linjeproduktion.

I slutet av rapporten redovisas hur flera odlare bedriver linjeproduktion i sina företag. Där beskrivs odling, utrustning och produktionsplanering.

När bättre tillväxt- och utvecklingsmodeller utvecklas kommer styrmöjligheterna för kulturerna att öka och därmed kommer fler kulturer att lämpa sig för linjeproduktion i framtiden. Det finns även goda förutsättningar att automatisera odlingsystemet så att en mindre insats av mänskligt arbete behövs.

SUMMARY

Conveyor belt cropping is a cropping principal that is characterized by the plants being placed in one end of the cropping area and then transported along it throughout their development. When they reach the end of the cropping area, they are fully grown and ready for harvesting. Along the cropping area there are areas where work with the plants is done.

There are several advantages in using such a system. The work environment is better because the climate can be adjusted to the wishes of the people in the work areas and because individual aids can be installed. The labour requirement is reduced because work that was done earlier is no longer required and work efficiency increases thanks to the improved climate. The utilization of the cropping area increases when movable tables are installed instead of rolling tables and because there are possibilities to space plants gradually. Since the movable cropping areas with plants is one single unit, the need of transport in the firm is reduced. Some transport inputs can be omitted. The work organization is simplified because there are fewer plants in the same size category and since the batches are more numerous. This enables the usual working peaks, for instance at harvest, to be avoided. A continuous production is achieved which makes the grower less sensitive to temporary price changes in the plants grown and decreases the losses when the crop is changed. The biological advantages are that the cropping area can be split in different climates and that the climate can be adjusted to the stage of plant development.

There are some requirements for conveyor belt cropping:

- Uniformity in the development of plants.
- The harvest time must be quite short.
- Cropping areas must be movable and there must be transport equipment to move the areas.

To get uniformity in development and a short harvest time the cropping must be close to the biological optimum. Therefore only one kind of plant should be present on the cropping area at the same time. This is because few crops have the same demands on environment. The plants must be genetically defined and free from diseases. During the winter the cropping will be run with inputs of carbon dioxide and illumination. Conveyor belt cropping is especially suited to crops which react uniformly to management inputs, for example in order to initiate flowering. Chrysanthemum belongs to these. Other suitable crops for conveyor belt cropping are plants with only vegetative development, for example lettuce and Hedera.

To optimize the use of the cropping area a production plan ought to be prepared which considers the variation in cropping time during the year. Because the plants are moved during the cropping and the cropping time varies with radiation, the empty space after harvest can not always be

filled up. A model capable of optimization will calculate how many plants are needed in the cropping area for maximum utilization. Crops with short harvest time and with slight variation in cropping time during the year are the ones best suited to conveyor belt cropping.

The report ends with a description of the cropping, equipment and production planning at some growers.

When better models of cropping and development are available, the possibilities to control the crops will increase and more kinds of plants will become suitable for conveyor belt cropping. There are also good opportunities to automate the cropping system to reduce human labour inputs.

1 INLEDNING

Linjeproduktion är en odlingsprincip som karaktäriseras av att växterna flyttas längs en linje under odlingstiden. Längs linjen kan växterna passera arbetsstationer och eventuellt flera klimatzoner.

Under 80-talet har linjeproduktion startats vid några växthusföretag i Sverige. Produktionsprincipen har sitt ursprung i en dansk smörgåskrasseodling där den började tillämpas 1956. Sedan dess har linjeproduktionen fått en viss internationell spridning.

I denna rapport utreds ett sådant produktionssystem för- och nackdelar. Huvudavsnittet behandlar de tekniska och biologiska förutsättningarna för odlingsprincipen och vilka begränsningar dessa ger upphov till. Det diskuteras hur produktionsplaneringen kan utföras vid linjeproducerande företag. En modell åskådliggör omgångarnas utveckling på linjen och ger möjlighet att optimera deras storlek. Slutligen beskrivs i korthet linjeproduktion i några företag.

Den enklaste formen av linjeproduktion förutsätter att kulturen är flyttbar och skördas under en begränsad tid. Kulturer som klarar dessa krav finns inom kulturgrupperna sallat och snittblommor i rinnande näringslösning samt krukväxter. Framställningen har begränsats till dessa kulturgrupper. Mer komplicerade system krävs för kulturer där skörd sker under ett flertal tillfällen under en lång tidsperiod, t ex tomat, gurka eller rosor.

2 BAKGRUND

Vad är anledningen till att en helt ny odlingsprincip utvecklats? I detta avsnitt tas problemställningar i det konventionella odlingssystemet upp.

2.1 Arbetsmiljö

Av de arbetsmiljöfaktorer som utgör problem är det tre som dominerar. Dessa är klimatet, de ergonomiska faktorerna samt transportmiljön (Block, pers medd, 1986; Ävik, pers medd, 1986). Andra problemområden är kontakt med kemikalier, allergier, personalutrymmen och risken för olycksfall (Nilsson, 1975; Lundqvist, 1982a, 1982b, 1985; Werner & Oliv, 1985).

2.1.1 Klimat

I enkätundersökningar som gjorts bland yrkesverksamma i växthus anser 50-60% att klimatet är besvärande (Nilsson, 1975; Lundqvist, 1982c; Werner & Oliv, 1985). Det finns stora skillnader i klimathänseende i dagens växthusbestånd. De moderna växthusen har, med en större volym, bättre ventilation och ofta rörliga skuggvävar ett bättre klimat ur arbetssynpunkt än de äldre växthusen. Fortfarande är dock inverkan från uteklimatet, framförallt under sommaren, stort (Ekström, 1982).

2.1.2 Ergonomiska faktorer

Problemen med de ergonomiska faktorerna syns tydligt i arbetsskadestatistiken (Lundqvist, 1984). I en enkät gjord av Lundqvist (1985) ansåg också 70% av såväl företagare som skyddsombud att de ergonomiska problemen var stora inom näringen. Problemen består främst i olämpliga arbetsställningar och tunga lyft.

I krukväxtodlingen förekommer olämpliga arbetsställningar vid arbete vid breda och låga odlingsbord. Standardbredden för rullbord är idag 180 cm och höjden ca 75 cm. Den individuella anpassning som borde kunna ske så att varje individ kunde få en anpassad arbetsställning finns det ingen möjlighet till. Smala gångar och trånga passager gör det svårt att förflytta sig på ett smidigt sätt, speciellt när man ska bära plantor och material (Ekström, 1982). Rullbordens införande under 70-talet medförde att gångarna, då de blev färre, kunde göras bredare samtidigt som ytutnyttjandegraden ökade. Breda gångar, dvs rullbord som kan rullas långt i sidled kräver dock bredare bord. Vid arbete med kulturer som odlas på upphängda rännor eller amplar, blir arbetsställningen ofta olämplig (Werner & Oliv, 1985).

Vid arbete med kulturer som odlas på marken är de ergonomiska problemen till stor del förknippade med den dubbelvikta arbetsställningen (Stoffert, 1985).

I snittblomsterproduktionen är problemen orsakade av samma faktorer som i krukväxtodlingen. Arbetet sker ofta i långa och smala gångar där produkterna bärs för hand. Arbetet innebär ofta att man måste sträcka sig in över bäddarna.

2.1.3 Transportmiljö

Under ergonomiska faktorer nämndes problemen med smala gångar och trånga passager. Bristerna i transportmiljön utgörs dessutom av blockerande föremål i transportvägarna. Det kan vara rör och andra byggnadsdetaljer eller inredningsdelar som bordstativ. Hala transportleder, t ex leriga eller algbevuxna betonggångar, är andra problem (Ekström, 1982).

2.2 Arbetskostnader

Kostnaderna för arbetskraften utgör i krukväxtodlingar i storleksordningen 20% av totalkostnaderna. Ett stigande intresse riktas idag mot produktiviteten i och kostnaderna för arbetet. Arbetskostnadsfrågan har åter kommit i förgrunden, sedan energibesparande åtgärder och sjunkande oljepris minskat intresset för ytterligare insatser på energiområdet. Intresset är idag främst riktat mot de interna transporterna och hanteringen där det är lättast att snabbt göra framsteg (Friedrich, 1986).

Utvecklingen av de interna transporterna sker sedan 1975 efter två vägar. Större delen av företagen följer den utvecklingsväg som innebär att man använder en fast odlingsyta, vanligen rullbord. Till transporterna till och från odlingsytan liksom mellan odlingsytor används ett transportsystem. Transportsystemet kan bestå av olika slags vagnar och annan utrustning, t ex transportband. Manuellt bärande av lådor förekommer ofta i samband med transporterna. I Skandinavien är detta arbetssätt det helt övervägande.

På den andra utvecklingsvägen är odlingsytan och transportsystemet en integrerad enhet. Odlingsytan är rörlig och är även den enhet som transporteras. Odlingsytorna transporteras inom anläggningen med olika typer av transportmedel (van der Post, 1979).

I en analys av arbetet i krukväxtföretag utförd i Danmark pekas förutom på intern transport och hantering, bl a på svårigheterna att effektivisera arbetet som sker "utspritt" i växthuset. Detta gör det svårt att inrätta ideala arbetsplatser ur ergonomisk och organisatorisk synpunkt.

I samma rapport pekas det även på problemet att effektivisera sortering och emballering. Arbetsuppgifterna i samband med kulturernas försäljning utgör i gjorda undersökningar ca 50% av det totala arbetet i krukväxtodlingar. Rationaliseringar försvåras dels genom att skörden måste ske vid flera tillfällen, men också genom att de salufärdiga plantorna normalt finns på en stor yta i växthusen (Frederiksen, 1984).

Att arbetsuppgifterna ofta berör stora ytor utgör problem också ur arbetsorganisatorisk synpunkt. Arbetet måste organiseras så att de enskilda arbetsmomenten, t ex glesning och emballering, inte stör varandra. Ofta kan även transportleder och transportmedel vara begränsande för arbetets organisation.

2.3 Ytutnyttjande

I växthusodlingen vill man utnyttja gjorda investeringar och tillförd energi så effektivt som möjligt. Vid diskussioner om ytutnyttjande i växthusodling bör man skilja på de två begreppen tekniskt och organisatoriskt ytutnyttjande.

Med tekniskt ytutnyttjande anges hur stor del av den totala växthusytan som kan användas till plantodling. Det tekniska ytutnyttjandet kan aldrig bli 100%, såvida man inte odlar i flera plan. Ytan i växthuset ska förutom till plantodling tas i anspråk för huvud- och sidogångar, bevattnings- och uppvärmningssystem samt eventuella stolpar. Det tekniska ytutnyttjandet fastställs vid byggnationen och inredningen av växthuset.

Det organisatoriska ytutnyttjandet anger andelen av den odlingsbara ytan som i själva verket utnyttjas till växtodling över tiden. I begreppet organisatoriskt ytutnyttjande ingår alltså även en tidsfaktor. Den kan lämpligen anges som den andelen (uttryckt i dagar eller procent) av ett år som odlingsytan är täckt med växter. I praktiken kommer det, hur produktionsplaneringen än ser ut, att ibland finnas yta i växthuset som står outnyttjad. Det finns tillfällen då odlingsytor lämnas tomma i samband med försäljning och start av kulturer. I företag med mycket intensiv odling ligger den organisatoriska ytutnyttjandegraden vanligen mellan 90-95%.

Det organisatoriska ytutnyttjandet påverkas av två förlustfaktorer: partiövergångsförluster och urplockningförluster. Partiövergångsförluster uppstår när en omgång är helt slutsåld och ytan ska fyllas på nytt. Denna förlust beror på arbetsorganisationen samt att det tar tid att fylla ytan. Det är också ett produktionsplaneringsproblem där det gäller att ha nya plantor i det utvecklingsstadium som krävs för att fylla ytan. Detta problem blir speciellt stort vid byte av kulturslag.

Urplockningsförluster uppstår när en kultur ska säljas och är betingad av plantmaterialets ojämnheter. Engångsskörd kan i växthusodling komma i fråga endast för ett fåtal kulturer. Skörden av de flesta produkter sker genom att de salufärdiga plantorna selekteras medan de icke salufärdiga lämnas kvar. Under skördetiden kommer allt färre plantor att ta samma yta i anspråk som det ursprungliga antalet. Urplockningsförlusterna kan minskas genom att återstående plantor förs samman så att ytan frigörs för en ny omgång (van Tongeren & Peelen, 1984).

2.4 Produktionsplanering

Produktionsplanering är en viktig del vid ledningen av ett växthusföretag. Målet med planeringen kan delas in i flera delmål:

- Högt organisatoriskt ytutnyttjande (hög omsättning).
- Jämn sysselsättningsnivå.
- Att skaffa sig en bra position på marknaden.

För produktion av såväl krukväxter, sallat som snittblommor finns det arbetsuppgifter som är jämnt fördelade över kulturtiden. Till dessa hör t ex bevattning, växtskyddsåtgärder och kulturkontroll. Andra arbetsuppgifter sker koncentrerat till vissa tidpunkter, t ex plantering, glesning och packningsarbete. Dessa arbetsuppgifter ger upphov till arbetstoppar.

Vissa kulturer, s k baskulturer, kan odlas med avsättning under en lång tidsperiod, ibland under hela året. Bland dessa kulturer märks Begonia x elatior, saint paulia, krukkrysantemum och sallat, samt flera s k "gröna växter". För dessa kulturer sker ofta produktionsplaneringen så att flera mindre omgångar odlas parallellt. På så sätt kan ett högt organisatoriskt ytutnyttjande åstadkommas, samtidigt som personalen kan hållas jämnt sysselsatt och företaget blir känt på marknaden som producent av en viss kultur.

Att odla kulturerna i små omgångar med kontinuerlig försäljning har även fördelar ur riskspridningssynpunkt. Priserna på trädgårdsprodukter bestäms på en öppen marknad där prisbildningen styrs av den dagsaktuella tillgången och efterfrågan. Priserna varierar ofta kraftigt från vecka till vecka. Med en kontinuerlig produktion tar inte trädgårdsmästaren lika stora risker på marknaden. Han riskerar inte att ha ett stort salufärdigt parti klart just den vecka då priserna är i botten. De partier som är salufärdiga utgör en mindre del av arealen. Odlaren kan visserligen inte heller göra en stor förtjänst en vecka med mycket bra priser. Under en längre tid tar de goda och sämre veckorna ut varandra så att odlaren vanligen erhåller ett tillfredsställande medelpris.

Andra kulturer är utpräglade säsongskulturer. Till dessa hör bl a utplanteringsväxter och julkulturer. När dessa växter ingår i planeringen är det svårt att undvika "luckor" på odlingsytan och ojämna belastning av arbetskraften.

En nackdel med kontinuerlig produktion i ett konventionellt odlingsystem är att det oftast kommer att finnas plantor i olika utvecklingsstadier inom samma växthus. Det stöter på problem att försöka anpassa klimatet till varje enskilt utvecklingsstadium. Därför får plantorna stå i ett klimat där alla utvecklingsstadier växer bra, men inte optimalt.

3 LINJEPRODUKTION SOM ODLINGSSYSTEM

3.1 Vad är linjeproduktion?

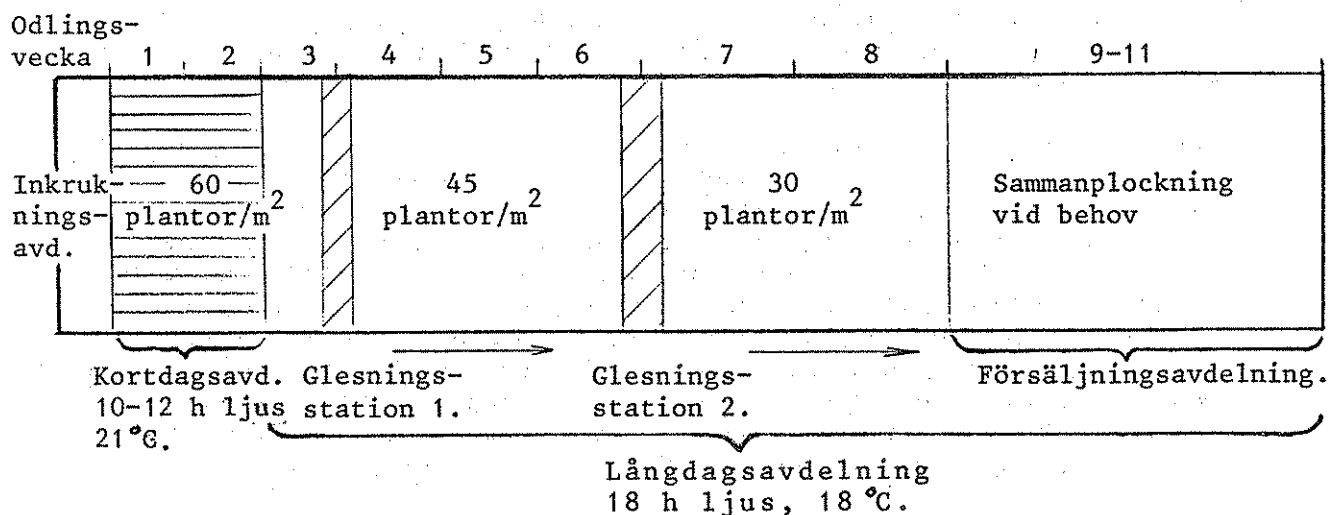
Linjeproduktion karaktäriseras av att kulturerna ställs in i odlings-systemet (startar) på en plats. Växterna transporteras sedan medan de växer mot den del av växthuset där all skörd sker. Växten kan på vägen genom växthuset passera arbetsstationer där nödvändiga arbetsmoment som t ex glesning och toppning sker. Det är också möjligt att dela in växthuset i olika klimatavdelningar där klimatet är anpassat efter aktuellt utvecklingsstadium. Figur 1 visar en schematisk beskrivning av en möjlig produktionslinje för Begonia x elatior.

I linjeproduktion sker produktionen kontinuerligt, dvs det finns växter i olika utvecklingsstadier utmed linjen. Ofta är målet att ständigt ha salufärdiga plantor.

Kulturer lämpade för linjeproduktion är s k baskulturer, som kan odlas och säljas under en stor del av året. System för linjeproduktion byggs oftast med tanke på en huvudkultur. Möjligheten att odla kompletterande kulturer finns ofta men urvalet är begränsat.

3.2 Fördelar

Fördelar och nackdelar med linjeproduktion beror dels på det faktum att linjeproduktion sker på flyttbara odlingsytor, dels på linjeproduktionens karaktär av dynamiskt skeende.



Figur 1. Skiss över hur en linjeproduktion av Begonia x elatior skulle kunna se ut.

Det vanligaste sättet att använda flyttbara odlingsytor (bord eller rännor) är inte att bedriva linjeproduktion. Vanligt är att låta ytorna stå stationärt i växthuset under kulturtiden. När arbeten ska utföras på plantorna tas odlingsytorna ut till en central arbetshall. I Nederländerna och Västtyskland där användningen av flyttbara bord är relativt vanlig, är det användningssättet det vanligaste. Det förekommer också, vilket är vanligt i Sverige, att möjligheten att flytta odlingsytorna utnyttjas till att kunna odla i flera plan. Man använder då konstljus på de lägre planen och växlar odlingsytorna mellan planen för att utnyttja dagsljuset jämnt över hela kulturen. Trots att odlingsytorna flyttas är det här inte frågan om linjeproduktion. Ytorna flyttas endast inom ett begränsat område, vanligen endast mellan över och undervåningen i samma växthussektion (figur 2).

För att hålla isär begreppen linjeproduktion och "konventionell" odling på flyttbara odlingsytor, tas fördelarna med flyttbara odlingsytor upp först. Sedan behandlas de specifika fördelarna med linjeproduktion. Samma indelning används senare i avsnittet om nackdelar.

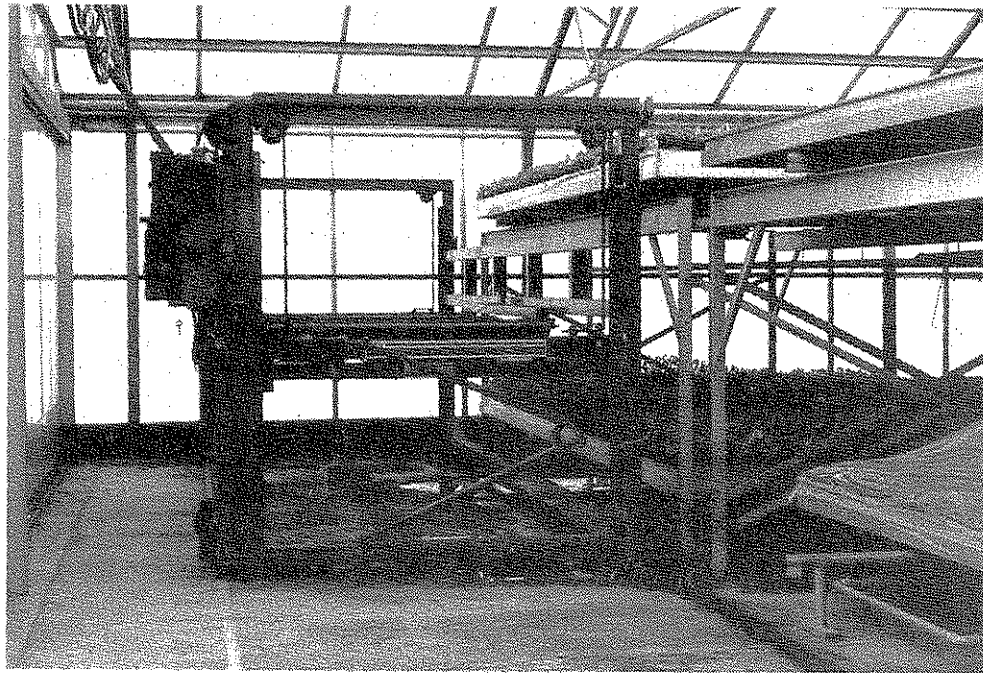
3.2.1 Generella fördelar med flyttbara odlingsytor

3.2.1.1 Arbetsmiljö. - När är man odlar på flyttbara odlingsytor transporteras växterna till speciella arbetsplatser. Vid "konventionell" odling på flyttbara odlingsytor ligger dessa oftast centralt placerade i en arbetshall vid sidan av växthuset. Vid linjeproduktion ligger arbetsplatserna vid linjens början och slut, samt vid stationer utmed linjen. Stationerna kan både ligga vid sidan av eller inne i växthuset. Fördelarna ur arbetsmiljösynpunkt är i båda fallen de samma.

På arbetsstationerna finns det möjlighet att anpassa klimatet, t ex genom effektiv skuggning. De inrättade arbetsplatserna kan göras individuellt anpassade med reglerbara bord och stolar. Hjälpmedel av olika slag som underlättar arbetet kan också användas.

I en konventionell odling förekommer ensamarbete i stor omfattning, t ex vid glesning av krukväxter eller skörd av sallat. Ur psykosocial synpunkt bör arbetet i grupp vid arbetsstationer vara positivt.

3.2.1.2 Behov av arbetskraft. - Det totala behovet av arbetskraft vid odling på flyttbara odlingsytor kan minska. Det förutsätter dock genomtänkta systemlösningar. Möjligheterna att minska arbetskraftsbehovet beror på att arbetsmiljön kan förbättras, att det finns möjlighet till ökad automatisering, att man använder hjälpmedel vid arbetsplatserna samt att arbetsorganisationen förenklas.



Figur 2. Odling på flyttbara odlingsytor utan att linjeproduktion bedrivs. Tvåplansodling med hiss för växling mellan odlingsplanen.

Det finns ett naturligt samband mellan en god arbetsmiljö och en hög arbetsprestation. Det gäller framför allt sambandet mellan goda ergonomiska förhållanden och prestation. Men även andra arbetsmiljöfaktorer i växthusarbetet kan påverka. Tabell 1 belyser klimatets inverkan på arbetsprestationen vid tomat-skörd. Vid inrättandet av individuellt anpassade arbetsplatser utrustade med hjälpmedel skapas förutsättningar för en höjd arbetsprestation.

Tabell 1. Skörd av tomat vid olika temperatur (Ekström, 1982)

Temp. (°C) Relativ arbetsprestation	
24	100
26	93
28	68

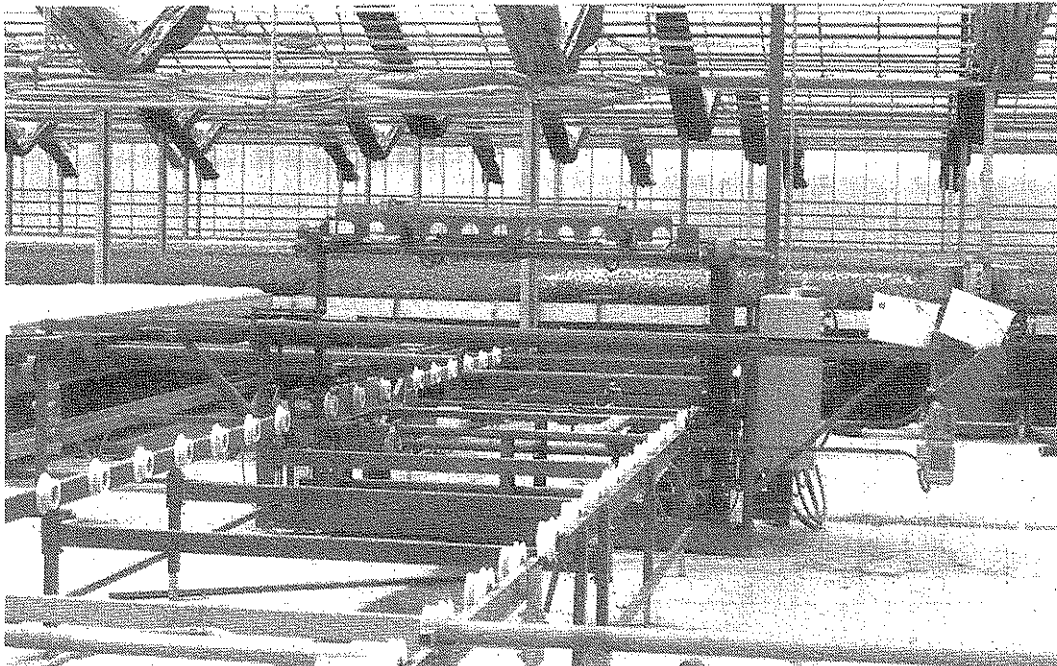
Vid användande av flyttbara odlingsytor försvinner en stor del av arbetsmomenten i samband med interna transporter. Enligt Ekström (1982) utgör transportarbetet 20-30% av allt arbete i växthusodling. Siffran 30% nämns ofta av krukväxtodlare vid diskussioner om hur mycket arbete som kan sparas in med ett rationellt transportsystem.

Vid odling på flyttbara odlingsytor hanteras större enheter som bord eller rännor. I konventionella odlingar hanteras krukorna vanligen i lådor, storleken 40x60 cm är vanlig. Lådtransport är mer arbetskrävande än transport på flyttbara odlingsytor. Med lådor hanteras dels mindre enheter, dels hanteras varje enhet vid fler tillfällen.

Enligt tidigare refererade danska undersökning i konventionella kruk-växtföretag, utgjorde dock själva transporttiden, dvs tiden att utföra förflyttningen i genomsnitt 4,5% av arbetstiden (Frederiksen, 1984). För krukkrysantemum, som är en relativt transportintensiv kultur, finns det holländska uppgifter där motsvarande siffra är 5-6% (van Weel, 1980). Det som dominerar det interna transportarbetet är hanteringsarbeten som är förknippade med transporten. Det gäller i- och urplockning av krukor i lådor samt omlastning mellan olika transportmedel. Dessutom förekommer ofta väntetider, dels för att få tillgång till ett transportmedel, dels för att få plats för passage (Frederiksen, 1984).

Vid användning av flyttbara bord finns dessutom möjligheten att automatisera utställningen av krukor på bord och glesningar med användning av de stationära hanteringsautomater som finns på marknaden (Stoffert, 1983), se figur 3. Dessa maskiner kan användas i samband med utsättning av krukor på borden vid kulturens start. Genom att använda två eller flera maskiner kan helautomatisk glesning fås.

När man sköter olika arbetsuppgifter inom begränsade områden kan de organiseras så att de inte stör varandra. Det finns goda möjligheter att organisera arbetet så att arbetskedjan fungerar friktionsfritt (Frederiksen, 1984).



Figur 3. Hanteringsautomat för automatisk utställning av krukor på flyttbara bord.

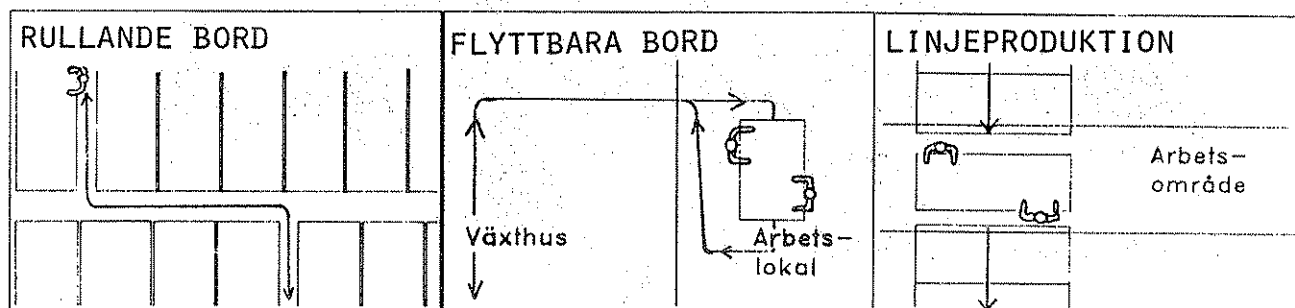
3.2.1.3 Ytutnyttjande. - I ett odlingssystem där inget arbete ska utföras vid borden i växthuset kan ett högt tekniskt ytutnyttjande åstadkommas. Det behövs inga sidogångar av arbetstekniska skäl. Däremot behövs plats för systemet som ska transportera odlingsytorna mellan linjerna och ut och in ur växthuset samt för eventuella inspektionsgångar. I ett konventionellt odlingssystem med rullbord är 85% en normal siffra för ytutnyttjandet. I ett system med flyttbara odlingsytor blir motsvarande siffra vanligen 90-95% (van der Post, 1979).

I anläggningar som helt saknar gångar mellan bordsraderna uppstår svårigheter att utföra kulturkontroll och sprutningar. Problemen har funnit olika lösningar. Vid anläggningar som byggts på senare tid har man gjort en ca 40 cm bred inspektions- och sprutgång mellan bordsraderna. Ytutnyttjandegraden i dessa anläggningar blir då ca 90%.

3.2.2 Fördelar med linjeproduktion

3.2.2.1 Transportintensitet. - Vid linjeproduktion sker arbetet vid arbetsstationer insprängda i eller i nära anslutning till linjen i växthuset. Transporten fram till arbetsstationen är kort och ingår som en naturlig del i kulturens förflyttning framåt på linjen. I andra odlingssystem med flyttbara bord flyttas borden till ett centralt arbetsområde. Erfarenheter visar att transportsystemet lätt blir begränsande för arbetskapaciteten i hallen (Svensson, 1986). Arbetet måste också planeras noggrant så att transportsystem och hall utnyttjas på bästa sätt (Reuter, 1985). De båda nedanstående exemplen liksom figur 4 belyser skillnaderna i detta avseende för de olika principlösningarna.

Om man använder flyttbara bord utan att odla på linje fyller man oftast upp en rad med bord i växthuset med en omgång. När det är dags för skörd kommer det att finnas skördefärdiga plantor på djupet i växthuset utan att det finns direkt möjlighet att nå dem. Då måste hela bordsraden flyttas till ett arbetsområde. Detta blir tidsödande för kulturer som skördas vid upprepade tillfällen och delvis tömda bord kommer att transporteras. Vid konventionella odlingssystem med rullbord sker skördarbetet över stora ytor vilket medför mycket transportarbete.



Figur 4. Principiella skillnader i förhållandet mellan transporter och arbete vid olika odlingsprinciper.

Vid linjeproduktion kommer de skördefärdiga plantorna att finnas på bredden i växthuset, i anslutning till ett skördeområde där speciella anordningar kan finnas för att komma åt plantorna. Vid båda odlingsprinciperna kan man flytta alla salufärdiga plantor till ett speciellt skördeområde där plantorna står under skördetiden. Skördeområdet är utrustat så att packningen underlättas. Klimatet anpassas till personalen och den färdiga produkten.

Vid "konventionell" odling på flyttbara odlingsytor ska vid glesning hela bordsraden transporteras från växthuset till arbetshallen där oglesade och tomma bord möts och glesningen utförs. Därefter transporteras de glesade borden till växthuset igen. Då konventionell odling bedrivs är glesningsarbetet förenat med omfattande transport- och hantearbete. Vid linjeproduktion transporteras tomma bord till glesningsområdet där glesningen sker och borden flyttas sedan vidare på linjen. Här flyttas alltså endast de tomma borden.

3.2.2.2 Arbetsorganisation. - Arbetsorganisatoriskt innebär de decentraliserade arbetsstationerna vid linjeproduktion en fördel. Dessa kan vara utrustade med olika slags hjälpmedel som underlättar arbetet. Arbetsuppgifter som plantering, glesning och packning kan organiseras på ett effektivt sätt vid de enskilda stationerna, där de kan pågå samtidigt oberoende av varandra. Vid arbete i en central arbetshall kan vanligen endast ett begränsat antal aktiviteter pågå samtidigt. Ofta är det transportsystemet och organisationen av arbetet i hallen som är de begränsande faktorerna.

3.2.2.3 Kontinuerlig produktion. - Det finns möjlighet att upprätthålla en kontinuerlig produktion i ett konventionellt växthusföretag vilket flera svenska krukväxtodlare visar. Man kan dock inte som vid linjeproduktion upprätthålla en kontinuerlig produktion samtidigt som växtens klimatkrav vid olika utvecklingsstadier tillgodoses på ett relativt enkelt sätt. Vid kontinuerlig produktion på rullbord krävs det också ofta många och långa transporter inom företaget vid glesningar eller flyttningar mellan olika klimatavdelningar.

Vid kontinuerlig produktion är det en relativt liten del av företaget som blir skördefärdigt vid samma tillfälle. Tack vare detta är ett högt organisatoriskt ytutnyttjande möjligt. Personalen hinner efter skörd att rengöra odlingsytorna och ställa ut nya plantor på linjen inom en begränsad tidsrymd. Därmed hålls kulturbytesförlusterna nere. Om engångsskörd inte är möjlig kan man för att minska urplockningsförlusterna ställa samman överblivna plantor vid linjens slut. Denna sammanplockning kräver mindre arbete när alla skördefärdiga plantor och tomma bord finns inom ett begränsat skördeområde. Inom det begränsade området är möjligheterna stora att investeringar i utrustning som underlättar arbetet kan vara lönsamma. Det finns också möjlighet att transportera skördefärdiga ytor till en speciell skördeavdelning.

3.2.2.4 Biologiska fördelar. - Vid linjeproduktion kommer växter i samma utvecklingsstadier alltid att finnas inom ett begränsat område i växthuset. Det finns alltså möjlighet att "skraddarsy" förutsättningarna för växterna. På så sätt kan växten alltid få det klimat som är optimalt vid

varje skede av utvecklingen. Med förhållanden anpassade till växternas utvecklingsstadier kan utvecklingen styras bättre, både kvalitets- och tidsmässigt (Karlsson, 1984). De förhållanden som kan varieras är klimatet (temperatur, atmosfärsammansättning, instrålning, dagslängd etc) samt övriga faktorer som bevattning och gödsling.

Kulturkontroll och styrning underlättas också när växter i samma utvecklingsstadium befinner sig inom ett begränsat område. Kulturen blir överskådlig och det blir enklare att tidigt avgöra när en omgång avviker från den normala utvecklingen.

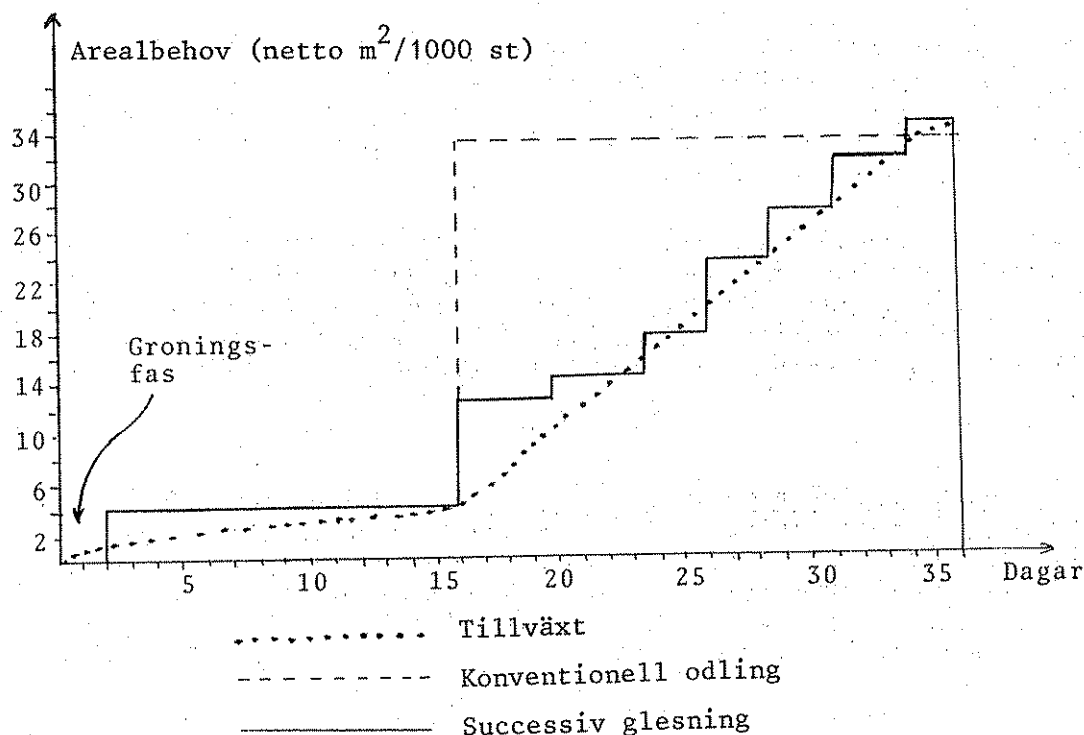
3.2.2.5 Successiv glesning. - I en konventionell odling av krukväxter glesas en normallång kultur 1-2 gånger. För att en god kvalitet ska säkerställas kommer plantorna när de nyligen glesats att uppta en större yta än vad som är motiverat ur biologisk synpunkt (figur 5). Plantorna växer sedan så att de gradvis fyller upp ytan tills det är dags för nästa glesning eller försäljning. Odlaren ställs här inför ett problem. Att bara glesa en gång minskar omsättningen per ytenhet och att glesa flera gånger kräver insats av arbete som medför ökade kostnader. De gällande kostnaderna på arbetskraft, energi och kapital blir avgörande för hur många gånger det glesas.

Om man vid linjeproduktion odlar på flyttbara rännor kan avståndet mellan rännorna ökas successivt i längdriktningen. Ökningen av avståndet kan ske i små steg och vara anpassat till kulturens tillväxt. Någon gång under kulturen kan också avståndet mellan plantorna i rännorna ökas. Vid sådan glesning kommer plantorna att ha mindre överflödigt utrymme än då kulturen glesas ett fåtal gånger. Utnyttjandet av ytan blir således effektivare. Flyttningen av rännorna kan ske manuellt eller med hjälp av någon maskin. Figur 5 visar hur successiv glesning kan ske i en sallatskultur samt arealvinsterna som uppnås. När man använder flyttbara bord kan dessutom glesningsautomater användas. Det är då motiverat att glesa fler gånger och därmed öka omsättningen per ytenhet.

3.3 Nackdelar

3.3.1 Generella nackdelar med flyttbara odlingsytor

3.3.1.1 Kulturkontroll och sprutning. - När man inte har några gånger mellan borden i växthuset blir det problematiskt när man ska utföra sådana arbetsuppgifter där stora ytor behandlas, som vid kulturkontroll och besprutningar. Det finns flera möjliga lösningar på dessa problem. En lösning är att arbeta från en vagn (travers). Nackdelen med denna lösning är att arbetet blir tidsödande då vagnen ska flyttas mellan bordsraderna. En annan lösning är att ha gångar mellan bordsraderna. Dessa brukar vara ca 40 cm och kan användas både vid kulturkontroll och sprutningar. Det förekommer även att man bygger inspektionsgångar tvärs över bordsraderna. Dessa kan dock inte användas för sprutning. Vid sprutning skulle man då kunna använda en automatisk eller fjärrstyrd sprutramp. Den blir dock dyr och måste kunna flyttas mellan bordsraderna. I flervåningssystem förekommer en speciell lösning vad beträffar sprutningen. Där låter man borden flyttas runt inom systemet och passera en fast placerad sprutramp.



Figur 5. Glesning i förhållande till tillväxten i olika odlingssystem.

3.3.1.2 Arbete vid borden. - En nackdel med de flyttbara borden är svårigheterna att nå kulturerna när de står i växthuset. Det kan behövas vid kulturstörningar eller när arbetshall eller transportsystemet dit inte har tillräcklig kapacitet för kulturarbeten. Borden rullar i bordsraden normalt på rör. Ska man arbeta mellan borden måste man därför kliva över rören när man ska flytta sig tvärs över bordsraderna. I de tidigare systemen fanns inga inspektionsgångar mellan borden varför man måste klättra upp på en hängande vagn eller balansera på bordskanterna när man ska förflytta sig mellan borden, se figur 6. I dag bygger man i allmänhet med smala gångar mellan varje bordsrad. Det finns dessutom tekniska lösningar som gör det möjligt att arbeta vid borden i växthuset. Dessa flexibla system kan även användas vid konventionell odling.

3.3.2 Nackdelar med linjeproduktion

3.3.2.1 Begränsningar i kulturval. - Ett linjeproduktionssystem är ofta byggt med tanke på en kultur, möjligen med någon eller några kompletterande kulturer. Odlingssystemet fungerar alltså endast för ett begränsat antal kulturer. Skulle marknadssituationen förändras för den producerade huvudkulturen är man mycket begränsad i sitt val av alternativa kulturer. Om ombyggnader av odlingssystemet blir nödvändiga blir de ofta dyrbara. Det begränsande för kulturvalet kan vara både växthusinred-

ningen i sig som organisationen och kompetensen på företaget. Vissa inredningar är konstruerade med tanke på endast en kultur. Som exempel kan nämnas de svenska systemen för linjeproduktion av sallat i rinnande näringslösning. I dessa system kan, förutom sallat, endast ett mycket begränsat antal kulturer odlas.

För företag som producerar krukväxter på linje är kulturvalet begränsat till linjeproducerbara kulturer. Dessutom kan linjeproduktionssystemets utformning vara begränsande. Det kan gälla odlingsytornas utformning, men också t ex storleksförhållandet mellan förökningsavdelning och slutodlingsavdelning eller placeringen av de olika arbetsstationerna utmed linjen.

3.3.2.2 Känslighet för produktionsstörningar. - Linjeproduktion är känslig för produktionsstörningar. Om en omgång inte är färdig när den kommer fram till skördestationen, ställs man inför en problematisk situation. Samma problem kan också uppstå i en konventionell odling där växthusytan är planerad för ett så högt organisatoriskt ytutnyttjande som möjligt. I princip finns fem möjliga alternativ för odlare som kommer i denna situation.

- Helt eller delvis kassera omgången som ej blivit färdig.
- Helt eller delvis slopa en ny omgång. Det kan innebära att småplantor kasseras.
- Låta omgången stå kvar och bli färdig i det hårt planerade systemet och låta glesningen av efterföljande omgångar vänta.
- Flytta omgången till en annan plats i företaget där det finns ledig odlingsyta.



Figur 6. I denna tidigt byggda anläggning med flyttbara bord är arbete vid borden mycket besvärligt. Det finns inga gångar mellan borden.

Det första alternativet tillämpas i praktiken endast vid svåra biologiska störningar. De övriga alternativen tillämpas i olika grad hos olika företagare. I avsikt att slippa komma i dessa situationer kan odlingen givetvis planeras med säkerhetsmarginal. Exempelvis låter man omgångarna ta en vecka längre kulturtid i planeringen än vad de erfarenhetsmässigt gör under normala kulturförhållanden.

4 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR LINJEPRODUKTION

För att linjeproduktion av en kultur ska kunna startas vid ett företag krävs att vissa biologiska och tekniska förutsättningar uppfylls.

4.1 Biologiska förutsättningar

Om linjeproduktionens fördelar ska komma till sin rätt, ställs krav på jämnheten i växtmaterialet. Målet är att skördefärdiga produkter skall finnas inom ett begränsat område och att växter i samma utvecklingsstadium alltid ska finnas inom samma område i växthuset. Vidare ska växthuset helst hållas fyllt med växter under hela året. Linjeproduktion förutsätter därför:

- Jämnhet i växtmaterialet, avseende kulturtid och kvalitet inom varje omgång.
- Jämnhet i kulturtid hos omgångar som odlas med olika yttre förutsättningar, främst beroende av årstidsväxlingar.

4.1.1 Variation inom en omgång

Problemet med utsträckt skördetid är att produkter kommer att finnas över en stor yta. Om flera omgångars skördetid överlappar varandra kommer ytan där det finns salufärdiga plantor att bli ännu större.

Uniformitet mellan plantorna krävs också om bäst effekt ska erhållas av en uppdelning av linjen i klimatzoner. Vidare vill man givetvis slippa sortering av plantor utefter linjen.

4.1.1.1 Skördetidens längd. - Det idealiska för linjeproduktion är givetvis om plantorna i en omgång kan sköras vid ett tillfälle. Engångsskörd har i praktiken visat sig vara möjlig för flera linjeproducerade kulturer. Det gäller plocksallat och snittkrysantemum i rinnande näringslösning samt smörgåskrasse (Morgan m fl, 1980; Stoffert, 1980). För övriga linjeproducerade kulturer är skördetiden en vecka för kruk-krysantemum (Rosborg, pers medd, 1986; Englyst, pers medd, 1986) och 14 dagar för Hedera (Brag, pers medd, 1986).

Det är inte enbart skördetidens längd som är avgörande utan också hur stor andel av plantorna som kan säljas vid det första skördetillfället. Det är avgörande för om det är ekonomiskt att flytta samman återstående plantor och därmed skapa plats för en ny omgång.

Skördetidens längd påverkas inte enbart av biologiska faktorer, utan också av vilka krav man från marknaden ställer på jämnhet i produkterna inom och mellan partierna. För "gröna växter" gäller att försäljningskriterierna inte är så stränga som för blommande krukväxter. Man kan

sälja partier med större variation i storlek mellan plantorna (Christensen, 1973). De flesta produkter kan avsättas i olika kvaliteter. Prisskillnaden mellan dessa är ibland så stor att, om det är möjligt, det lönar sig att vänta tills en växt uppnår den högre kvaliteten. Det kan alltså vara ekonomiskt ofördelaktigt att ha odlingen så intensivt planerad att man tvingas sälja en del av växterna i ett alltför tidigt stadium.

Marknadsförutsättningarna för odlingen påverkar också i högsta grad tidsrymden inom vilken varje kulturomgång skördas. Växter som ska transporteras och passera genom en distributionskedja kan skördas i ett tidigare utvecklingstadium än växter som ska säljas på närmaknaden. Som exempel kan nämnas att danska odlare av krukkrysantemum skördar plantor som ska till Frankrike 8 dagar tidigare än de som ska säljas på hemmamaknaden.

Det kan vara intressant att här redovisa skördetidens andel av den totala kulturtiden hos några linjeproducerade och ej linjeproducerade kulturer.

Tabell 2. Skördetidens längd i relation till den totala kulturtiden för några linjeproducerade och ej linjeproducerade kulturer. Angiven kulturtid är den kortaste under året och gäller för krukväxterna från inkrukning

Kultur	Total kulturtid	Skördetid	Andel av totala kulturtiden	Källa
<u>Linjeproducerade kulturer</u>				
Smörgåskrasse	5 dagar	1 dag	20%	1)
Kruksallat	34 dagar	1 dag	3%	2)
Krukkrysantemum	9-12 veckor	1 vecka	8-11% (sortberoende)	3)
Hedera	12 veckor	2 veckor	17%	4)
<u>Ej linjeproducerade kulturer</u>				
Begonia	10 veckor	2 veckor	20%	5)
Kalanchoe	19 veckor	3 veckor	16%	6)
Saint paulia	11 veckor	3 veckor	27%	7)
Cyklamen	22 veckor	6 veckor	27%	8)

Källor: 1) Christensen, I C, pers medd, 1986. 2) Jönsson, pers medd, 1986. 3) Rosborg, pers medd, 1986. 4) Brag, pers medd, 1986. 5) Brånalt, pers medd, 1986. 6) Christensson, 1983. 7) Rappne, pers medd, 1986. 8) Anjou, 1986.

Som framgår av tabell 2 varierar skördetidens andel av den totala kulturtiden för de kulturer som linjeproduceras idag. Det finns ingen linjeproducerad kultur vars skördetid överskrider 20% av den totala kulturtiden. Av de icke linjeproducerade kulturerna finns det vissa som borde vara intressanta för linjeproduktion.

4.1.1.2 Faktorer som påverkar biologisk och genetisk uniformitet. -

För att en omgång ska utvecklas jämnt krävs givetvis att utgångsmaterialet är enhetligt. Det är här inte endast den genetiska enhetligheten som påverkar utan också skillnader i kvalitet inom förökningsmaterialet. Sticklingsförökat material påverkas bl a av sticklingens storlek och ålder och var på plantan den tagits. Fröförökat material påverkas av skillnader i fröstorlek. Skillnader i olika patogeners infektionsgrad påverkar också.

Genetiskt sett är vegetativt förökade växter mer enhetliga än fröförökade. Precisionsfraktionerat frö av god kvalitet bör dock kunna vara tillräckligt enhetligt för att ge plantor som är lämpliga för linjeproduktion av vissa växtslag. Oberoende av förökningssätt kan dock plantorna behöva sorteras någon gång under odlingen, t ex när de ska sättas in på slutodlingslinjen.

Hos vegetativt förökat plantmaterial härstammar vanligen alla plantor inom en sort ursprungligen från samma planta. Med tiden kommer förändringar att uppstå inom en sådan population. Detta beror på genetiska förändringar och infektion av patogener (Christensen, 1976a). I danska undersökningar har man testat kloner av samma sort från olika företag i avsikt att få fram ett bra och enhetligt material. Man fann stora skillnader mellan kloner som härstammade från samma ursrungsplanta.

För en mer än 20 år gammal klon av *Hedera helix*, nämligen 'Sagittifolia', fann man stora skillnader både inom och mellan företag. För den 6-åriga sorten av *Dieffenbachia maculata* 'Compacta' var skillnaden i utvecklingstid mindre för kloner valda inom samma företag än mellan företagen (Bech, 1983).

Skillnader i plantmaterialet är också beroende på hur lätt kulturen låter sig styras av kulturåtgärder. Detta gäller främst blommande krukväxter där olika kulturer reagerar olika enhetligt på blominducerande kulturåtgärder. Bech (1983) uttrycker det som att enhetligheten i blomning beror på i vilken grad blominitieringen är en till/från-process. Krysantemum är kanske det bästa exemplet på en lättprogrammerad kultur, där ett bestånd reagerar enhetligt på kortdagsbehandling, se tabell 2.

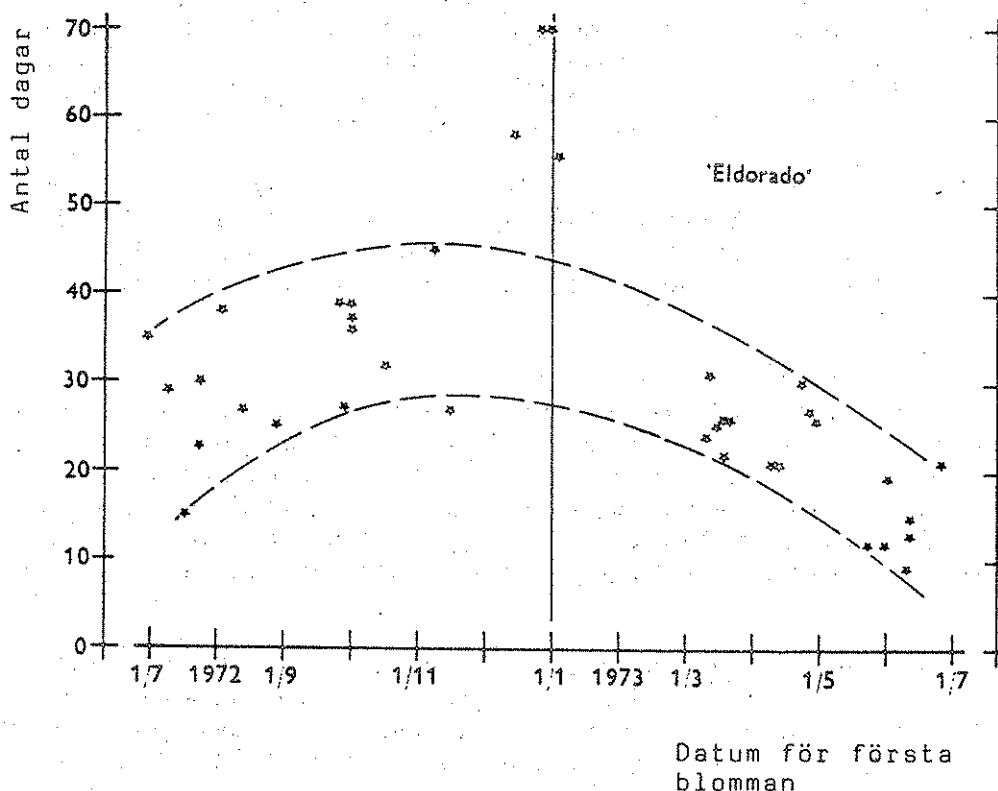
4.1.1.3 Odling nära biologiskt optimum. - Skillnader i växtmaterialet kommer speciellt till uttryck under dåliga tillväxtförhållanden. Ju längre från det biologiska optimumet man ligger, desto tydligare kommer plantornas biologiska skillnader till uttryck (Bech, 1983). Vid växthusodling är det ofta instrålningen som är den begränsande faktorn. I figur 7 illustreras ljusställgångens inverkan på enhetligheten i blomningstid hos *Kalanchoe blossfeldiana* över året. Vissa kulturer, som är mindre ljuskrävande, uppvisar variation under sommaren, när värme och instrålning blir för hög. Detta har visats vara fallet för *Hedera canariensis* (Friis-Nielsen, 1977).

Ett sätt att närma sig biologisk optimum är att dela in linjen i klimat-zoner. Genom att anpassa klimatet efter växternas utveckling kan en högre och jämnare kvalitet och en kortare kulturtid erhållas. För att kunna få ett differentierat klimat måste linjen sektioneras. Det kan t ex åstadkommas genom att linjen går genom flera växthussektioner, med permanenta skiljeväggar eller att en enklare sektionering görs med plast-folie e dyl. Om en enklare sektionering görs är möjligheterna mindre att variera klimatet, t ex temperatur och koldioxidhalt, än om linjen går genom flera växthussektioner. Det finns dock exempel på odlare som med enkla metoder lyckas hålla en temperaturskillnad på flera grader mellan olika delar av linjen.

4.1.2 Variation mellan omgångar

För att ett jämnt flöde och ett högt ytutnyttjande ska åstadkommas på linjen krävs att variationen i kulturtid mellan olika omgångar är små. Variationen kan bero på skillnader i instrålning och temperatur. Dessa klimatparametrar påverkas naturligtvis i hög grad av årstidernas växlingar. Perioder som vädermässigt kraftigt avviker från det normala för årstiden orsakar också variationer mellan omgångar.

När man diskuterar variation i olika arters kulturtider under ett år är det lämpligt att skilja på växter där man endast önskar få en vegetativ



Figur 7. Antal dagar från att 10% till 100% av plantorna har öppnat första blomman i relation till det datum då 50% av plantorna har öppnat första blomman hos *Kalanchoe blossfeldiana* 'Eldorado' (Christensen, 1976a).

tillväxt och växter där den generativa utvecklingen, dvs blomning och ibland även fruktbildning, avgör kulturtiden.

Som representant för den första gruppen kan sallat och alla gröna dekorationsväxter, t ex Hedera, nämnas. För sallat är det bladmassans storlek eller vikt som är avgörande. För Hedera avgörs kulturtiden av hur snabbt en viss skottlängd eller ett visst antal blad växer ut. För dessa växter kommer kulturtidsvariationen helt att avgöras av tillväxtfaktorer som temperatur, instrålning, luftfuktighet, växtnäring och vattentillgång, dvs de faktorer som påverkar fotosyntes och respiration.

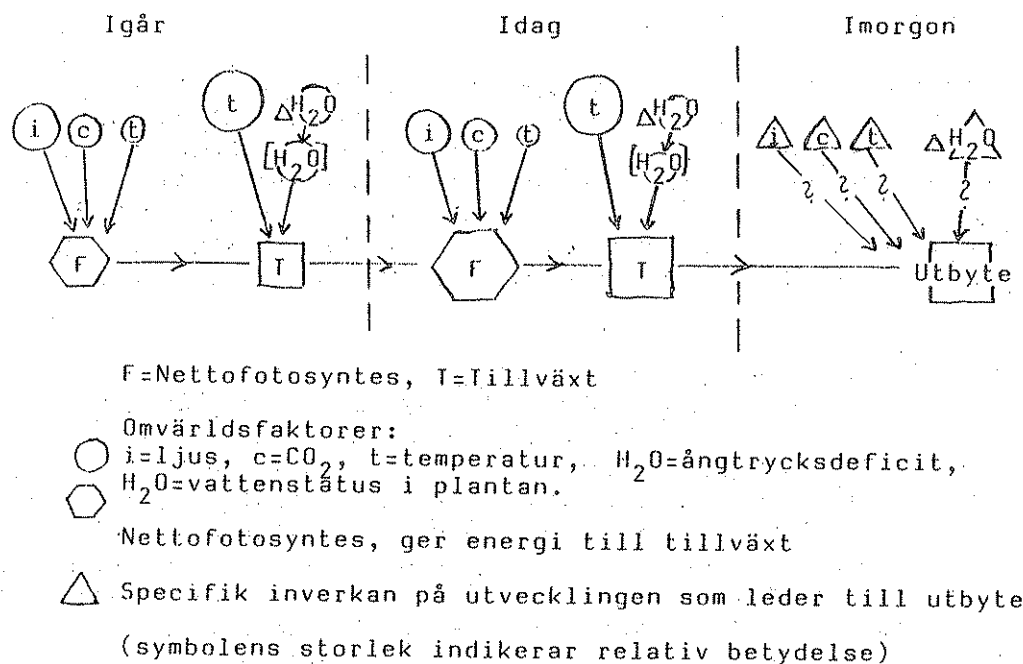
Till den andra huvudgruppen hör alla växter som säljs i blommande eller fruktbärande tillstånd. För dessa är det primära inte att åstadkomma en kraftig vegetativ tillväxt. Kulturtiden beror för dessa kulturer på hur snabbt den generativa utvecklingen av plantan styrs mot ett visst stadium. Plantan ska alltså uppnå en viss utvecklingsmässig ålder som uttrycks i blomning eller fruktbildning. Många krukväxters och alla snittblommors värde som kulturväxt är helt beroende av blommornas eller frukternas utseende. För dessa plantor är kulturtiden beroende på hur snabbt man lyckas uppnå ett visst generativt utvecklingsstadium. Genom olika kulturåtgärder kan odlaren styra den önskade utvecklingen.

4.1.2.1 Växter med vegetativ utveckling. - Grundläggande för all tillväxt är fotosyntesen som ska förse växterna med tillräckligt med energi. Fotosyntesen påverkas främst av instrålningen, men också av koldioxidtillgången i luften, temperaturen m m. Energin från fotosyntesen används i de biokemiska reaktioner som bygger upp växten. Avgörande för tillväxten är hur tillväxtfaktorerna är anpassade till växtens krav. Givetvis har också plantans behandling under tidigare stadier, t ex småplantstadiet, betydelse (Enoch, 1978).

I figur 8 ges en schematisk bild av sambandet mellan klimat och fotosyntes, tillväxt och utbyte. I ett växthus kan klimatfaktorerna anpassas efter växtens behov inom vissa gränser. Det finns dock tider under året då det kan vara problematiskt att upprätthålla tillväxten. Den odlade artens ljuskrav avgör hur stor tillväxten blir vintertid.

Det är främst den naturliga variationen i instrålningen som orsakar variation i tillväxt över året. Det är naturligt att förvänta sig att tillväxten är störst kring sommar- och lägst kring vintersolståndet. Detta har också konstaterats i försök med sallat (Klapwijk, 1979). De omgångar av denna kultur som tar längst tid kommer att vara de vars mittdatum infaller vid den mörkaste tiden.

Andra kulturer uppvisar inte samma symmetri kring den ljusaste och mörkaste dagen. Christensen (1976b) har visat detta för *Codiaeum* där tillväxtens minimum låg förskjuten till början av december. Förklaringen till detta skulle kunna vara att plantorna under hösten tillväxer i en avtagande ljustillgång medan det är tvärt om under våren. En annan förklaring är att växten påverkas av dagslängden i sig. Denna skulle inte bara påverka tillväxten genom inverkan på den totala ljusmängden. Detta har visats sig vara fallet i flera andra kulturer.



Figur 8. Samband mellan omvärldsfaktorer, tillväxt och utbyte (Enoch, 1978).

I den moderna odlingen kan uteklimatets inverkan på tillväxthastigheten kompenseras till viss del. På vintern belyses växterna med assimilationsljus. Under den varma årstiden kan hög temperatur och instrålning åtgärdas med skuggvävar eller fast skugga, stor ventilationskapacitet och vattenspritzning. I tabell 3 redovisas uppgifter om skillnader i kulturtid uttryckt som kvoten längsta kulturtid/kortaste kulturtid över året vid olika odlingsförhållanden.

4.1.2.2 Växter med generativ utveckling. - Den vegetativa tillväxten är givetvis viktig för att uppnå saluduglig kvalitet även för denna plantgrupp. Fotosyntesen och tillväxten lägger även här grunden. Kulturtiden kommer dock till största delen att avgöras av den generativa utvecklingshastigheten. Odlaren kan med kulturåtgärder påverka när plantan ska blomma och också bestämma plantstorlek och proportionerna mellan blommor och bladverk.

De blominducerande åtgärder som används till olika kulturer är t ex kort- eller långdagsbehandling och kylbehandling. Den styrka varmed de enskilda växtslag reagerar på dessa åtgärder varierar. Den tid det tar mellan blominduceringens början till blomning avgörs hos vissa växtslag till hög grad av de blominducerande kulturåtgärderna. För andra arter har blominducerande åtgärder en mindre dominerande roll för kulturtiden. Det är givetvis en fördel om man vid linjeproduktion kan odla sådana växter vars kulturtid i liten grad varierar över året.

Även om kulturtidsvariationen kan hållas inom snäva gränser påverkas plantornas kvalitet. Faktorer som blomstorlek, bladvikt och blomantal liksom stjälkstyvhet o dyl påverkas, se tabell 6. Det kan nämnas att Begonia x elatior kan odlas året runt med små avvikelser i kulturtid.

Planeringsmässigt räknar därför många odlare med samma kulturtid under hela året. Kvaliteten vid skörd varierar dock liksom plantstorleken. Under vintern kan plantorna odlas i något tätare bestånd.

I tabell 3 kan variationerna i kulturtid över året ses även för några kulturer som saluförs i generativt stadium. Eftersom det i grunden är fotosyntesen som påverkar plantornas kvalitet, kan även i detta fallet variationen hos kulturtiden minskas med installation av assimilationsljus (Hughes, 1973).

Tabell 3. Förhållandet längsta kulturtid/kortaste kulturtid över året för några kulturer

Kulturer som saluförs i vegetativt stadium, odlade i naturliga ljusförhållanden	Huvudsallat i rinnande näringslösning (Malmö)	2,8	1)
	Hedera canariensis Willd 'Gloire de Marengo' (Danmark)	2,6	2)
	Codiaeum variegatum (Danmark)	2,8	3)
Kulturer som saluförs i vegetativt stadium, odlade med assimilationsbelysning vintertid	Plocksallat i rinnande näringslösning (Stockholm, 4000 lux)	1,4	4)
	Hedera helix sp (Malmö, 6000 lux)	1,4	5)
Kulturer som saluförs i generativt stadium, odlade i naturliga ljusförhållanden	Kalanchoe blossfeldiana (Danmark)	1,6	6)
	Krysantemum x morifolium (Kanada, 45°N)		
	'Yellow Paragon'	1,2	7)
	'Copper Ann'	1,4	7)
Kulturer som saluförs i generativt stadium, odlade med assimilationsbelysning vintertid	Kalanchoe blossfeldiana (Danmark, 3200 lux)	1,2	6)
	Krysantemum x morifolium (Kanada, 45°N, 3200 lux)		
	'Yellow Paragon'	1,0	7)
	'Copper Ann'	1,1	7)

Källor: 1) Andersson, pers medd, 1986. 2) Christensen, 1973.
3) Christensen, 1976b. 4) Jönsson, pers medd, 1986. 5) Brag, pers medd, 1986. 6) Christensson, 1983. 7) Hicklenton & McRae, 1985.

4.2 Tekniska förutsättningar

4.2.1 Flyttbara odlingsytor

För att kunna bedriva linjeproduktion förutsätts att man har tillgång till flyttbara odlingsytor. De kan vara av varierande form och utseende. En uppdelning kan göras på bord och rännor.

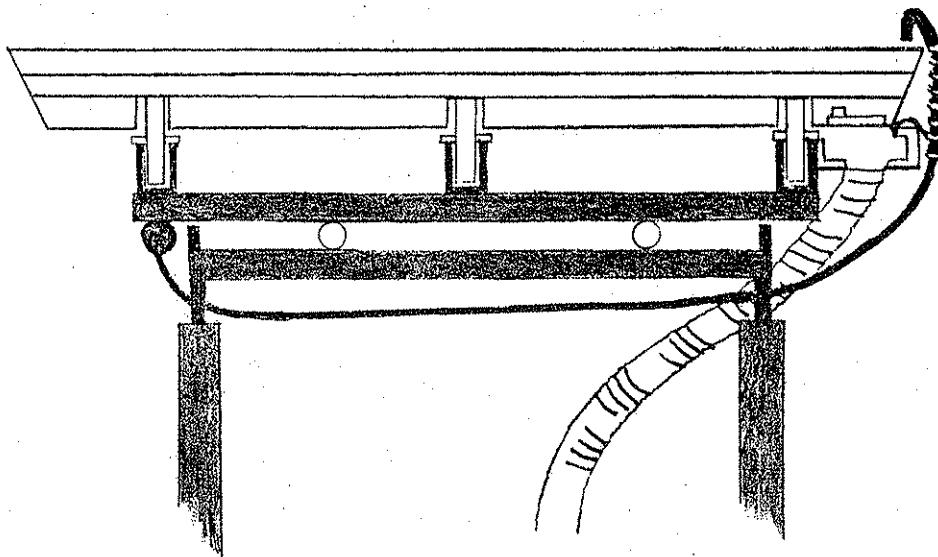
4.2.1.1 Bord. - Bord finns av flera olika typer och storlekar. Generellt gäller att de vid transport längs linjen rullar på hjul.

Ett bordsystem som är väl anpassat för linjeproduktion består av mindre bord som kan liknas vid brickor, se figur 9. Varje bricka rullar på tre rader av plasthjul. Hjulen sitter på stativet. Bevattningen är ordnad genom att varje bricka tillförs vatten från en slang som är fast placerad i stativet. Genom att slangarna är placerade något tätare än vad brickorna är breda, försäkras man sig om att varje bricka får vattentillförsel från minst en slang. Brickorna är utrustade med en hävertventil och vattnet recirkuleras. Linjerna är rullbara i sidled vilket gör att man enkelt kan nå växterna över hela odlingsytan. En fördel med att ha mindre bord i stället för större blir uppenbar då bord behöver placeras in på linjen, t ex vid glesning. De mindre borden kan bäras och enkelt placeras där de behövs. Stora bord måste däremot transporteras med vagnar e dyl. Har man inte tillgång till ett sådant hjälpmedel måste de cirkuleras mellan två linjer tills bordet kan skjutas in på plats. Därefter måste de återföras till sin ursprungliga position.

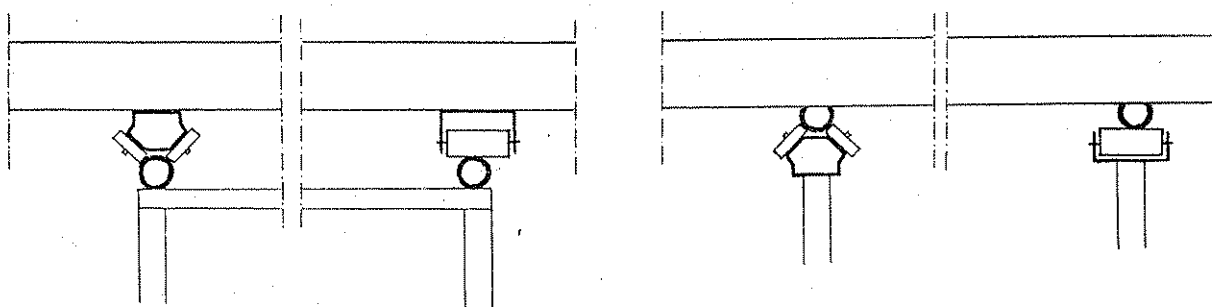
Flyttbara, större bord finns av flera typer. Den största skillnaden mellan borden är hjulens placering. De kan antingen vara placerade på bordet eller vara monterade i stativet, se figur 10. De båda bordstyperna kan fås med varierande format och typ av bevattning. För att underlätta hanteringen av borden finns ett flertal hjälpmedel utvecklade, som rullbanor, truckar, traverser, överföringsvagnar, hissar, identifikationssystem för bord etc.

Då hjulen är placerade på bordet sitter det fyra hjul eller hjulpar på varje bord. Varje linje består av två rör som borden rullar på. Det är inte ovanligt att man låter dessa rör vara värmerören. Då slipper man att installera speciella rör för borden. För att kunna arbeta rationellt i odlingssystemet har åtminstone en fabrikant utvecklat en typ av grindar. Grindarna installeras på stativet, dvs de längsgående rören, i de områden som är tänkta som arbetsområden. När arbete ska utföras, öppnas grinden och man kan arbeta obehindrat utan att behöva klättra över stativet som annars vore nödvändigt. Då grindar används kan man inte låta borden rulla på värmerören. Man måste då bygga upp ett odlingssystem med separata värmerör respektive rör för transport av bord.

Det andra bordsystemet skiljer sig från det förra genom att hjulen är placerade på stativet. Rören, som annars är placerade på stativet, är monterade på borden. De två rören täcker hela bordets bredd. Fördelen med denna lösning är att stativet inte behöver vara kontinuerligt utmed hela linjen. Stativet till 160 cm breda bord är uppbyggt av sektioner med en bredd av 120 cm. Varje sektion består av två hjulrader med fyra hjul/hjulpar i varje rad. Hjulen sitter med ett inbördes avstånd på 40 cm. Mellan varje sektion finns en gång på 40 cm som används för bl a kulturarbeten. När borden har ena sidan över en gång finns det en risk att de tippar då de är ojämnt belastade. Vid normal användning torde



Figur 9. Bordsystem väl lämpat för linjeproduktion. Borden, som kan liknas vid brickor, är 56x126 cm.



Figur 10. Två olika principer för hjulens placering på större, flyttbara bord. I det ena fallet är hjulen monterade i bordet medan de i det andra fallet är festsatta i stativet.

dock risken vara försumbar. Eftersom växterna blir lättåtkomliga över hela ytan, behöver man inte planera in speciella arbetsområden om man inte avser att använda stationära hjälpmedel.

Det senaste beskrivna bordsystemet lämpar sig även bra för konventionell odling där odlingsytorna står stilla under kulturtiden. I och med att stativet består av sektioner går det att nå plantorna överallt i växt-huset, vilket ju är en förutsättning för konventionell odling. Gångarna blir dock smala och rullande vagnar kan inte användas. Odlingsystemet med brickor går också att använda för konventionell odling. Däremot är de flyttbara borden med hjulen fästade i bordet olämpliga. Om de ska användas måste hela odlingsytan förses med grindar och det är inte ekonomiskt rimligt.

4.2.1.2 Rännor. - Det finns i dag flera system som bygger på användande av flyttbara rännor. De skiljer sig åt beroende på vilken typ av odling de är avsedda för. När rännorna har gjorts flyttbara kan det enkelt byggas system för odling i flera våningar.

Bevattningen har varit ett problem i odlingssystem med flyttbara rännor. I dag finns ett flertal lösningar på bevattningsproblematiken bland de rännodlingssystem som marknadsförs.

En rännotyp som används av svenska sallatsodlare är konstruerad för odling i rinnande näringslösning. Plantorna placeras i rännan på slutavstånd och transporteras under tillväxten mot en skördestation. I ena änden av rännan ligger stamledningen för näringslösning. För att näringslösningen ska cirkulera ligger rännorna med ett litet fall i längsled. I den andra änden av rännan samlas näringslösningen upp och recirkuleras. Slangarna på stamledningen är monterade med olika inbördes avstånd. Det är längre mellan slangarna ju närmare man kommer skördestationen. Eftersom rännorna alltid flyttas fram till en ledig slang, styrs tätheten på plantorna av var utmed linjen de är placerade. Någon möjlighet att variera tätheten finns inte om linjen ska hållas fylld. Plantornas täthet är alltså bestämd vid installationen av odlingssystemet. Det gör att flexibiliteten i systemet är liten och att kulturböten är svåra att genomföra. Några gånger mellan rännorna finns inte. Det enda tillfälle då tom yta uppstår är när skörd har företagits och övriga rännor ska flyttas fram. Stativet till rännorna hindrar dock att rationellt arbete bedrivs annat än vid arbetsstationerna. De arbetsstationer som finns är för skörd och inplacering av nya plantor. Normalt ska inte något annat arbete, bortsett från kulturkontroll, behöva utföras under kulturtiden.

En annan typ av rännor är främst avsedda för krukväxtodling. Bevattningen sköts genom att vatten tillförs från slangar i ena änden av rännorna upp till en viss nivå. Växterna får sedan suga upp vattnet ur rännorna. För att hindra att vattennivån blir för hög och därmed minska risken för att växterna står med ständigt blöta rötter, finns ett överströmningsskydd. Det består av ett borrarat hål i kanten på rännan. Normalt ska överströmningsskyddet inte behöva komma till användning. I detta system är både glesning av rännorna och glesning av krukorna i rännorna möjlig. Glesning i rännorna utförs manuellt medan glesning av rännorna sköts av transportutrustningen till rännorna. Det är enkelt att arbeta i systemet eftersom linjerna är rullbara i sidled, precis som rullbord, och sidogångar kan skapas. Man är inte låst till en arbetsstation för att kunna arbeta någorlunda rationellt.

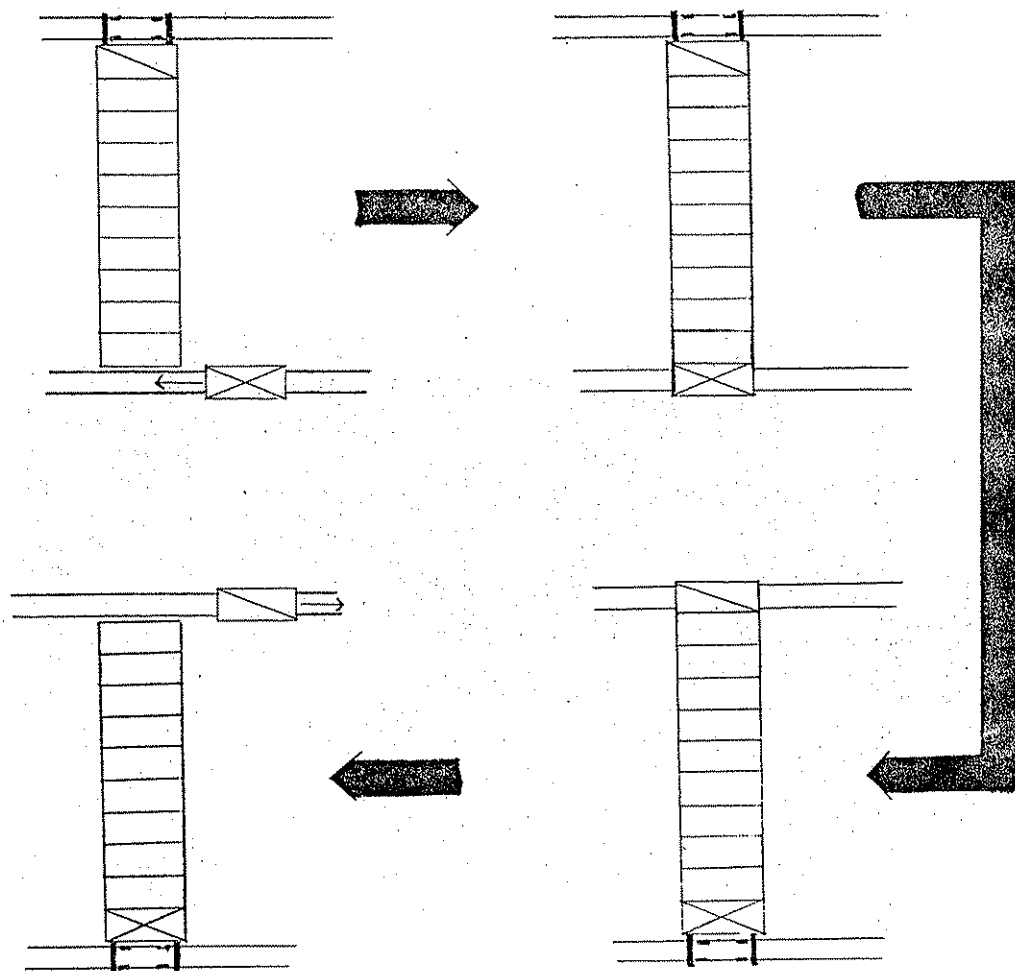
4.2.2 Transportutrustning

För att bedriva linjeproduktion måste de flyttbara odlingsytorna kunna transporteras mot skördeområdet. Vad beträffar de större flyttbara borden är det vanligast att de skjuts framåt av en överföringsvagn. Det är två vagnar som arbetar mot varandra. När ett bord skjuts in i början av en linje, tar vagnen i den motsatta änden emot det bord som skjuts av, se figur 11. Borden flyttas på så sätt mot skördeområdet. Vid odling i flera våningar skjuts borden framåt av en hiss. Hissen arbetar efter samma princip som en överföringsvagn, men flyttar borden vertikalt i stället för horisontellt. I ett system för större bord används en truck för den interna transporten av bord. Den används även vid framflyttandet av borden och arbetar då mot en överföringsvagn. Borden kan även skjutas

manuellt. I praktiken blir det dock aldrig aktuellt eftersom linjerna i allmänhet är för långa för att man ska orka skjuta en hel linje när borden är fyllda med krukor. Ska linjen skjutas manuellt, får en uppdelning göras så att ett färre antal bord skjuts fram åt gången. Varje flyttning genomförs därmed i flera steg och blir mer arbetskrävande. En enklare typ av överföringsvagnar kan användas eftersom de endast ska ta emot och flytta borden.

Till odlingssystemet med "brickor" finns ingen transportutrustning utvecklad. Där är det tänkt att transporten ska ske manuellt. Linjernas längd och brickornas tyngd avgör i hur många steg en flyttning sker.

Med den utrustning som finns för transport av bord finns ingen möjlighet till automatisk, successiv glesning. Den möjligheten finns däremot med de transportsystem som finns till systemen med rännor. Genom att ha automatisk, successiv glesning kan kulturen glesas fler gånger än om glesningen gjordes manuellt. Ytutnyttjandet ökas därmed.



Figur 11. Principen för transport av stora, flyttbara bord.

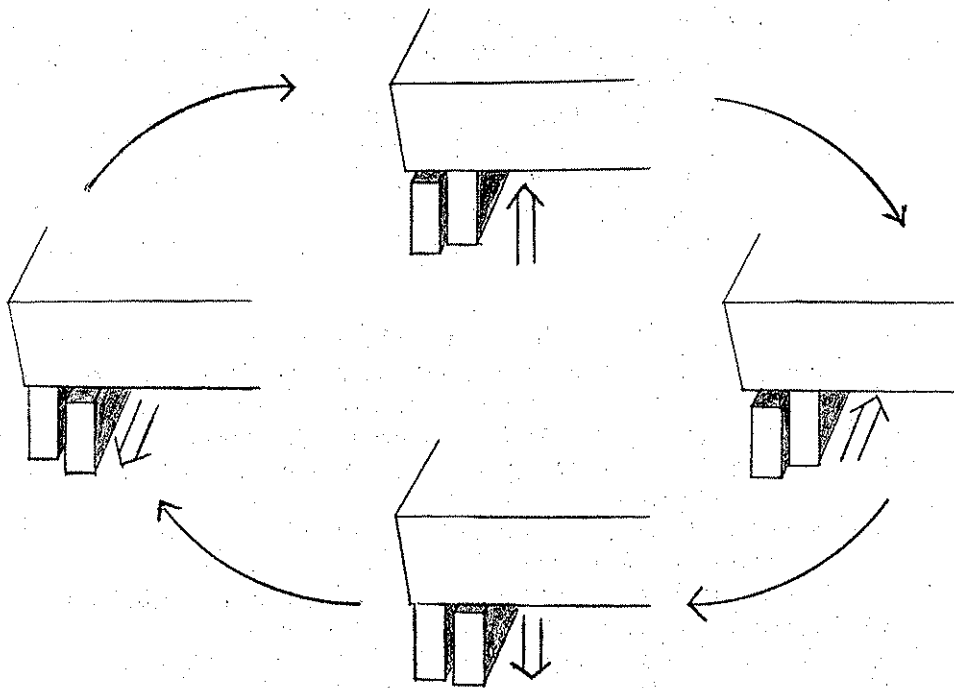
När bord flyttas står de vanligtvis tätt ihop och det är endast bordet som står ytterst som man behöver skjuta på. De övriga borden rullar automatiskt fram. När det gäller rännor kan inte samma teknik användas. De står i allmänhet inte tätt ihop utan med ett avstånd mellan varje ränna. Skulle då samma teknik som till borden användas, skulle rännorna efter en flyttning vara sammanskjutna. Därför används flera olika tekniker för flyttning av rännor.

Till rännsystemet för rinnande näringslösning sköts den successiva glesningen av samma maskin som sköter framtransporten av rännorna, se figur 12. Det är en robot som flyttar en ränna i taget. Rännorna dras fram och glider på de därför avsedda listerna. Roboten styrs automatiskt så att rännorna alltid hamnar mitt för en slang med näringslösning.

Till rännsystemet för krukväxter finns det också en transportenhet som sköter transporten av rännorna. Transportenheten är av typen stegbalk och flyttar alla rännor som är placerade på den på en gång. I figur 13 illustreras stegbalkens arbetsprincip. Genom att ha flera sådana enheter där ränntransporten sker med olika hastigheter, kan en successiv glesning fås i lika många steg som antalet transportenheter. Glesning av rännorna erhålls då dessa byter transportenhet. Tätheten på rännorna bestäms inte vid installationen av transportenheterna utan kan varieras efter olika kulturers krav.



Figur 12. Robot för förflyttning och glesning av rännor i sallatsodling.



Figur 13. Arbetsprincip för stegbalk, ett transportsystem avsett för rännor.

Ett transportsystem som drar fram rännorna med hjälp av en kedja visas i figur 14. Rännorna är placerade direkt på kedjan och hålls kvar av friktionen mot denna och med en enklare anordning. Alla rännorna dras framåt samtidigt och glesas vid byte av transportenhet. Detta transportsystem används bl a för odling av sallat i rinnande näringslösning.



Figur 14. Transportsystem för rännor. Rännorna ligger direkt på kedjan och hålls kvar av friktionen samt en enklare fixeringsanordning.

5 PRODUKTIONSPLANERING

Vid planering av produktionen i ett företag bedrivande linjeproduktion ställs man inför problem som inte förekommer i konventionellt odlande företag. Vid den senare typen av odling har man i allmänhet en omgång åt gången på odlingsytan. Då tillstöter inga problem när instrålningen ökar och kulturtiden förkortas. Hela omgången kommer då att påskyndas i utvecklingen och odlingsytan blir tidigare ledig och kan ta emot en ny omgång. Det innebär att omgångarna placeras in med kortare tidsmellanrum när instrålningen ökar. Storleken på omgångarna varierar inte utan är konstant över hela året.

För linjeproduktion kommer planeringen att bli mer komplicerad eftersom det står flera omgångar på odlingsytan samtidigt. Glesning av odlingsytan kommer att behöva utföras oftare och man måste då se till att det finns tillgängligt utrymme. I ett linjeproducerande företag är det konstant tid mellan inplacering av omgångar. Det är omgångarnas storlek som varierar. Om man vid linjeproduktion alltid fyller upp odlingsytan med nya plantor efter skörd, kommer det vid ökad instrålning att inträffa att de senare inplacerade omgångarna behöver glesas trots att det inte finns plats på linjen. De får därmed stå för trångt med åtföljande teoretiska kvalitetsnedsättning. Det hävdas, åtminstone för sallat, att det i praktiken inte blir någon försämrad kvalitet vid tätare odling med ökad instrålning. Instrålningen skulle vara tillräcklig för att upprätthålla en fullgod kvalitet. Om så är fallet borde plantorna kunna stå tätare även under andra delar av året. Därför bör det vid planering av produktionen inte förutsättas att plantorna ska stå tätare än normalt om det inte har gjorts en noggrann utprovning av tätare odling med tillfredställande resultat. För att inte riskera kvalitetsnedsättningar och för att utnyttja ytan optimalt bör man således ta kulturtidens variation med i produktionsplaneringen.

Planeringen av produktionen blir med varierande kulturtid svår att klara manuellt. Om däremot kulturtiden är konstant går det relativt enkelt att beräkna det optimala plantantalet i varje omgång. När den däremot varierar blir beräkningarna mer komplicerade. Ett hjälpmedel behövs då för att underlätta planeringen och erhålla ett optimalt utnyttjande av odlingsytan.

5.1 Manuell planering

Den i dag vanligast förekommande planeringsformen vid linjeproduktion är manuell planering. Det beror sannolikt på att odlingsformen är relativt ny och att det hittills inte har funnits några planeringsredskap att tillgå. De flesta odlare är medvetna om hur kulturtiderna för de odlade kulturerna varierar över året. Vid planeringen tas hänsyn till denna variation då odlaren beräknar hur många omgångar han kan skörda under ett år. Då det är svårt att förutse och planera in luckor för plantornas framtida ytbehov, tas ingen hänsyn till det vid planeringen. När skörd företas fylls linjen upp så att den alltid är fylld.

5.2 Planering med modell

Det finns flera anledningar till att använda en modell vid studier av odlingsytans utveckling i en linjeproduktion. En anledning är att en modell ger en mycket god överblick av odlingsytan. Vid verklig odling kan det aldrig erhållas. Den goda överblicken som den grafiska illustrationen ger, gör att förståelsen ökar för ett komplicerat förlopp där främst tiden är den parameter som gör processen svår att förutse.

I modellen har man total kontroll över ingående parametrar. Genom att ändra parametrarnas värden kan resultat av åtgärder som vidtas provas och jämföras med resultat erhållna under andra förutsättningar. Jämförelse av resultat ger information som ökar förståelsen för systemets funktion. Genom att ändra parametrarnas värden kan man i en modell även studera extrema situationer som aldrig skulle uppstå i ett företag.

Modellen är endast ett planeringshjälpmedel för ett företag med linjeproduktion. Den ger information om hur stora omgångar som kan placeras in på odlingsytan. För att få en total ekonomisk bedömning av odlingen måste andra metoder tillgripas.

5.2.1 Parametrar

Den skapade modellen är en simuleringsmodell med möjlighet att optimera. Den är gjord på en persondator av märket Hewlett Packard, modell HP 150. Modellen är skriven i GW BASIC. De i modellen ingående parametrarna är kulturtidens variation över året, plantornas täthet vid olika tidpunkter under kulturtiden samt antalet plantor i omgångarna. Utifrån dessa uppgifter beräknas och illustreras linjen. Beroende på linjens utseende kan man justera plantantalet för en eller flera veckor manuellt eller låta modellen optimera för ett visst antal veckor.

Av de ingående parametrarna anges antalet plantor som ett heltal. Noggrannheten hos denna variabel blir därför hög. Planttätheten vid olika tidpunkter under kulturtiden anges som ytbehov per planta. Ytbehovet för de flesta kulturer är väl kända. Det som kan vara svårare att ange är när plantorna ska glesas. Det påverkas av tillväxtfaktorerna. Av dessa finns det somliga, t ex instrålning, som inte vid alla tillfällen kan styras mot det optimala för växten. Beräkningen av planttätheten kan kritiserars eftersom glesningsschemat för alla kulturtider beräknas utifrån glesningsschemat för en specifik kulturtid. Det är inte säkert att det första glesningstillfället utförs vid den tidpunkt då 40% av den totala kulturtiden har förflutit för alla kulturtider. Det finns dock möjlighet att ange och ändra glesningsschemat för enskilda veckor om den använda metoden inte ger acceptabla resultat. Beträffande kulturtidens variation över året är den svår att förutse. Den har en naturlig variation beroende på klimatets påverkan. För ett flertal kulturer finns det studier gjorda över kulturtidens variation, men det är inte säkert att de är tillämpbara för det aktuella fallet. Om kulturtiden avviker från den som antagits vid planering, kan det medföra problem. I värsta fall får en ny planering göras och omgångar kasseras. Noggrannheten för kulturtiden är beroende på vilken tidsfaktor som används. Om den är dagar blir noggrannheten hög, medan den blir lägre om den är veckor. Kulturtiden anges som funktion av en tidsenhet. Det är inte motiverat att den tidsenheten är dagar eftersom kulturtidens variation aldrig kan bestämmas så noggrann. Alltså anges kulturtiden lämpligen som en funktion av veckonummer.

Det som kommer att benämnas modellen är i själva verket två modeller, en baserad på dagar och en på veckor. Vid korta kulturer är det ibland intressant att se utvecklingen dag för dag. Sallat är den enda av de behandlade kulturerna där plantantalet beräknas dag för dag. Den illustreras dock veckovis för att göra presentationen tydlig. Vid dagsbaserad illustration kan åskådligheten äventyras och risk finns att bilden upplevs som kaotisk. Fortsättningsvis kommer tidsfaktorn vid diskussion kring modellen att vara veckor. Den förda diskussionen gäller i lika hög grad den dagsbaserade modellen.

5.2.2 Illustrationer

Varje omgång som står på linjen illustreras med ett block där blockets yta motsvaras av omgångens upptagna yta på linjen. Det går inte att direkt utifrån illustrationen se hur många plantor det är inplacerat de enskilda veckorna. Det som illustreras är en produkt av plantornas ytbehov (som är omvänt proportionell mot tätheten) och antalet plantor. Förutom den angivna veckan kommer även de två föregående och två närmast efterföljande veckorna att illustreras.

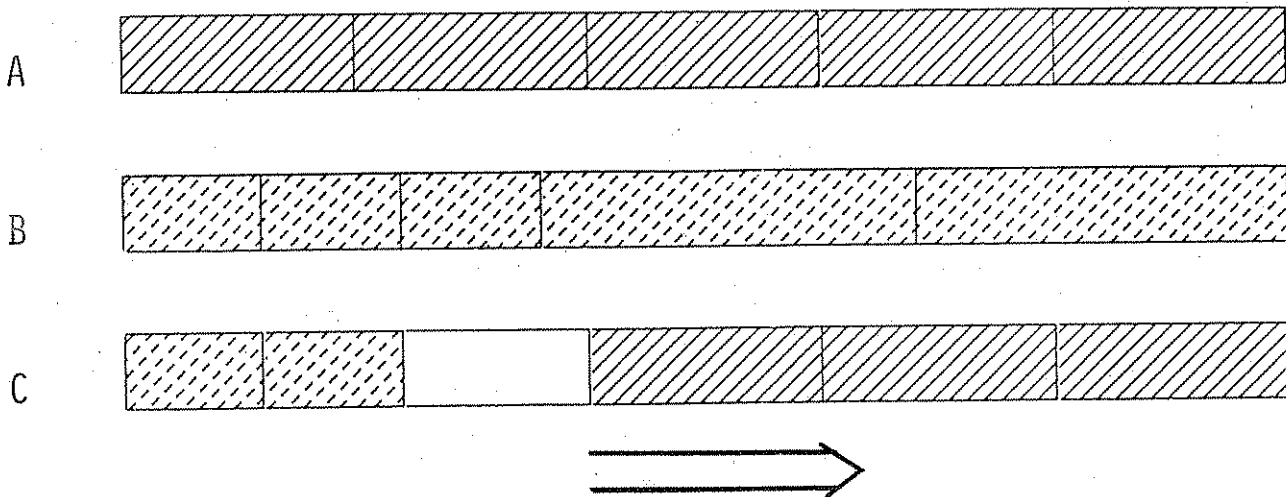
Den enklaste linjen är en monokultur utan variationer i kulturtid som inplaceras på slutavstånd. Då kommer ett jämnt flöde att erhållas och lika många plantor, och lika stor yta, kommer att skördas som placeras in på linjen. En femveckorskultur som står på en optimerad linje illustreras som i figur 15a.

När glesning införs som en förutsättning i modellen och kulturtiden är konstant över året kommer också ett jämnt flöde att erhållas. I det här fallet skördas lika många plantor som inplaceras på linjen. Däremot behöver inte den inplacerade omgången lika stor yta som den skördade upptog. Det uppstår dock inga luckor på linjen eftersom de övriga omgångarna på linjen flyttas fram och någon eller några glesas. En kultur som står fem veckor på linjen och som glesas den 4:e veckan illustreras som i figur 15b, om lika stora, optimala omgångar har inplacerats varje vecka.

Då kulturtiden inte är konstant över året, inom en kultur eller vid kulturbyte, kommer ett ojämnt flöde att erhållas. Det uppstår då luckor på linjen. Luckor kommer att illustreras med tomma rutor. Ett byte mellan två kulturer illustreras som i figur 15c.

5.2.3 Optimering

Vid utvecklingen av optimering av modellen sattes det upp två villkor. Det första var att antalet plantor i en omgång aldrig skulle överstiga ett beräknat plantantal som benämnes det optimala plantantalet. Om omgångarnas storlek överskred det antalet, skulle det kunna få konsekvenser för de fortsatta strävandena att uppnå det optimala plantantalet för efterföljande omgångar. För en kultur med en given kulturtid beräknades



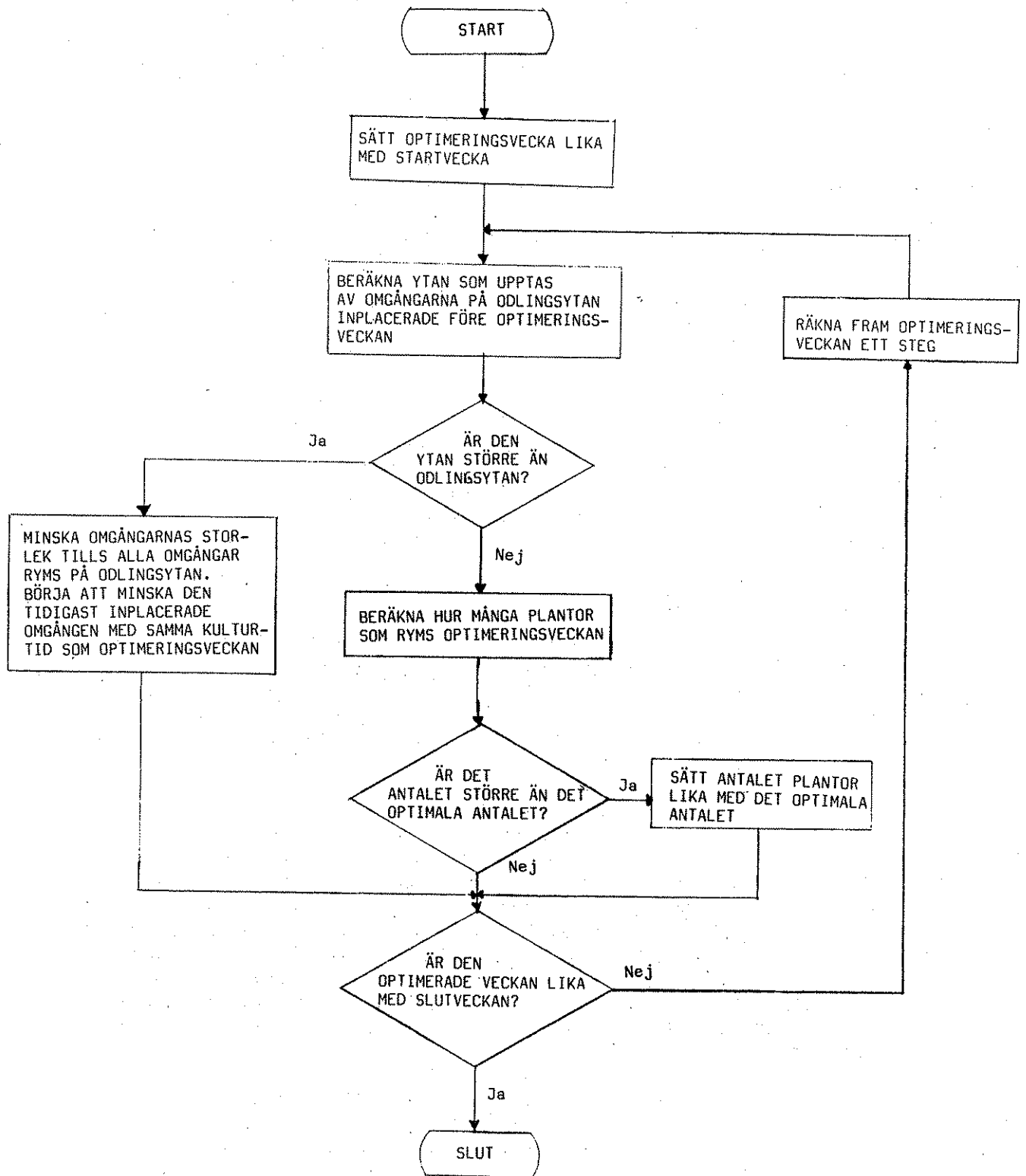
Figur 15.

- Kultur med fem veckors kulturtid på optimerad linje. Kulturen är inplacerad på slutavstånd.
- Kultur med fem veckors kulturtid på optimerad linje. Plantorna glesas från 82 st/m^2 till 30 st/m^2 den fjärde veckan.
- Kulturbyte mellan de två kulturerna. Observera att odlingsytan inte är optimerad.

det optimala antalet planter för en omgång så att det var lika med antalet planter som rymdes i en omgång, om kulturen med den givna kulturtiden skulle fylla upp hela linjen. Det andra villkoret var att omgångarna så snabbt som möjligt skulle uppnå det optimala plantantalet. Det villkoret sattes upp för att en jämn, kontinuerlig produktion skulle erhållas. Dessa två villkor gav en optimeringsprocess som arbetar efter flödesschemat i figur 16.

För att uppnå en hög utnyttjandegrad strävas det efter att erhålla en kontinuerlig produktion med jämna storlekar på omgångarna. Det går emellertid endast att upprätthålla då kulturtiden för en kultur är konstant och då byte sker mellan kulturer som har samma kulturtid och som glesas vid samma tidpunkt och till samma täthet. När kulturtiden ändras kommer det optimala plantantalet, som är beroende av kulturtid och planttäthet, att ändras och flödet blir ojämnt. I modellen antas att alla veckor med lika kulturtid glesas vid samma tidpunkter, dvs det optimala antalet planter i omgångar med samma kulturtid är lika. Det strävas alltid mot det optimala antalet, men när det inte ryms, inplaceras så många planter det finns plats för.

Vid optimering arbetar modellen efter att så snabbt som möjligt erhålla ett jämnt flöde då en ändring av kulturtiden inträffar. Det innebär att det är de första omgångarna med den nya kulturtiden som eventuellt kommer att vara mindre än det optimala plantantalet. Då kulturtidens längd ökar kommer däremot alla omgångar att innehålla det optimala plantantalet. Vid kulturbyte går det inte att säga vad som händer med omgångarnas storlek. Det är beroende av kulturtid och planttäthet. Det kan vid byte till kultur med längre kulturtid inträffa att de första nya omgångarna inte innehåller det optimala plantantalet. Det kan inte inträffa vid



Figur 16. Flödesschema för optimeringsprocessen. Ett mer detaljerat flödesschema finns i bilaga 3.

förlängd kulturtid inom en kultur. Omgångarna innehåller aldrig fler plantor än det optimala antalet även om det skulle finnas plats för det eftersom inplacering av fler plantor får konsekvenser för strävandena efter ett jämnt flöde i fortsättningen. Optimeringsmetoden är alltså ingen absolut optimering. Det skulle i vissa fall gå att öka omgångarnas storlek.

När kulturtiden skiljer mellan två på varandra följande omgångar, antingen beroende på kulturbyte eller att kulturtiden inom kulturen ändrar sig, kan det uppstå en lucka eller måste en lucka planeras in. Ibland uppkommer fler luckor än en på linjen. Det förklaras av att omgångarna flyttas som om de vore oberoende av varandra så länge plats finns, dvs lika gamla växter med samma kulturtid återfinns alltid på samma ställe utefter linjen. Eftersom det vid optimering strävas efter ett optimalt utnyttjande av ytan, minimeras det tomma utrymmet och omgångarna kan komma att påverka varandra. Det innebär att det inte är säkert att en omgång med ett visst utvecklingsstadium alltid återfinns inom samma område. I figur 20 illustreras detta under vecka 40 där den nyligen inplacerade julstjärneomgången knuffar fram de två andra omgångarna med julstjärnor. Under vecka 41 återtar omgångarna inplacerade vecka 38 och 39 sina "opåverkade" positioner på linjen. Då flera luckor uppstår, finns det i praktiken möjlighet att skjuta ihop odlingsytorna, så att det endast uppstår en lucka på linjen. Vid optimering samt vid eventuellt ihopskjutande av odlingsytorna får man tänka på att en omgång inte passerar en arbetsstation för tidigt och att bevattning och klimat kan vara anpassade efter kulturens olika utvecklingsstadier och därför skilja beroende på position på linjen.

Flera odlare tillämpar metoden att ständigt hålla linjen fylld för att därigenom optimera utnyttjandet av odlingsytan. Det medför att varje gång som skörd företas, flyttas plantorna på linjen framåt och en ny omgång kan placeras på odlingsytan. Konsekvensen blir att plantorna inte kommer att få tillräckligt med utrymme då kulturtiden förkortas. Det finns ingen plats på linjen för glesning. Det skulle alltså medföra risk för kvalitetsnedsättningar. Då kulturtiden förkortas medför det också att flera omgångar kommer att bli klara samtidigt. När dessa omgångar skördas blir det plats för en ny omgång som är större än normalt. Om hela den tomma ytan fylls, medför det störningar i produktionsplaneringen. För att lösa problemet låter man en del av de färdiga plantorna stå kvar på linjen och placerar in en normalstor eller något större, ny omgång.

5.2.4 Svagheter

Den i modellen använda metoden för att optimera, är ingen absolut optimering. För att erhålla det skulle någon annan optimeringsmetod behöva användas. Risk finns då att väntetiderna blir orimligt långa eftersom många metoder, åtminstone delvis, bygger på ett prövningsförfarande. I detta sammanhang har ett sämre resultat godtagits, dvs färre plantor i omgångarna, jämfört med de problem som annars skulle tillstå.

Under vissa förhållanden måste en omgång kunna hållas inom ett visst område under en tidsperiod. Det kan t ex vara nödvändigt att det finns en kortdagsdel utmed linjen. Med modellens nuvarande utformning går det inte att ange en omgångs placering på linjen som en restriktion. Det enda kriteriet som ska uppfyllas är att plats finns för omgången under hela kulturtiden.

Ett problem som uppstår vid simuleringarna är de relativt långa väntetiderna. För att minska dessa skulle modellen kunna skrivas i ett komplicerbart programmeringsspråk, t ex Pascal. En annan åtgärd är att flytta modellen till en mer kraftfull dator. Båda dessa åtgärder skulle leda till att beräkningshastigheten ökades och att väntetiderna således förkortades.

5.3 Avkastning beroende på odlingssystem

Under detta avsnitt kommer några exempel att tas upp för att illustrera avkastningen av några grödor i skilda odlingssystem. Dessutom kommer ett kulturbytes inverkan på avkastningen i en linjeproduktion att visas.

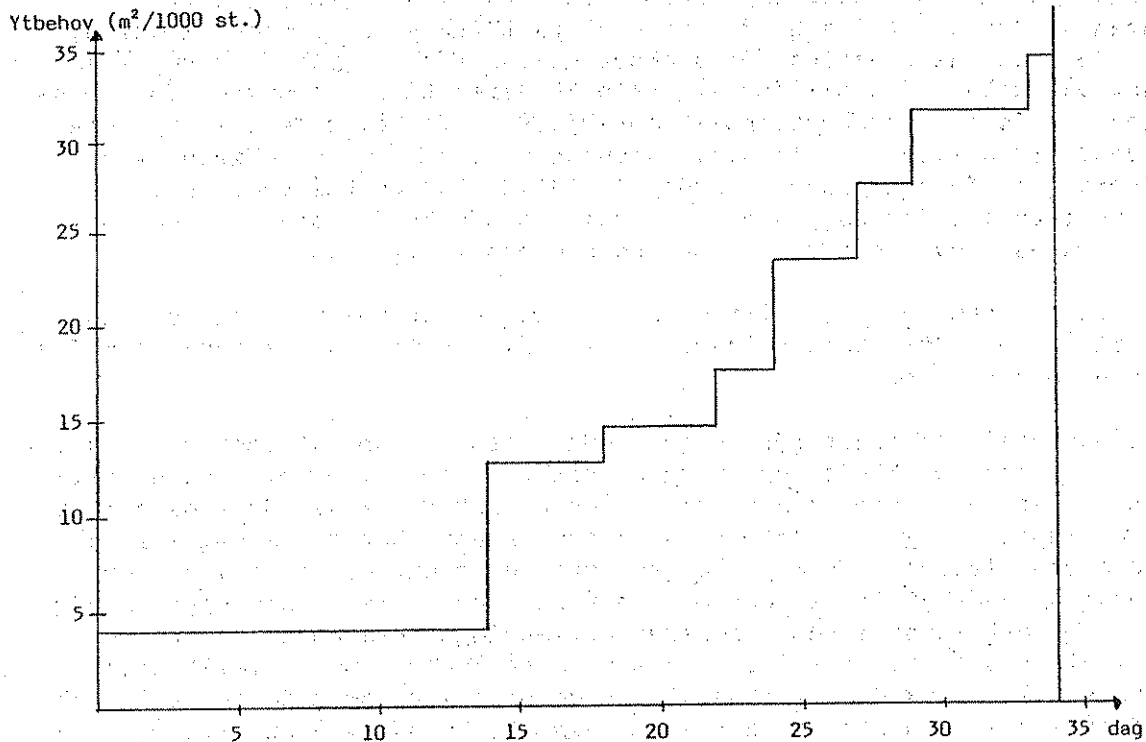
5.3.1 Sallat

I Sverige har flera odlare byggt upp ett högautomatiserat odlingssystem med automatisk, successiv glesning för sallat. När plantan har placerats på linjen behöver inget mer göras, bortsett från kulturkontroll, förrän det är dags för skörd.

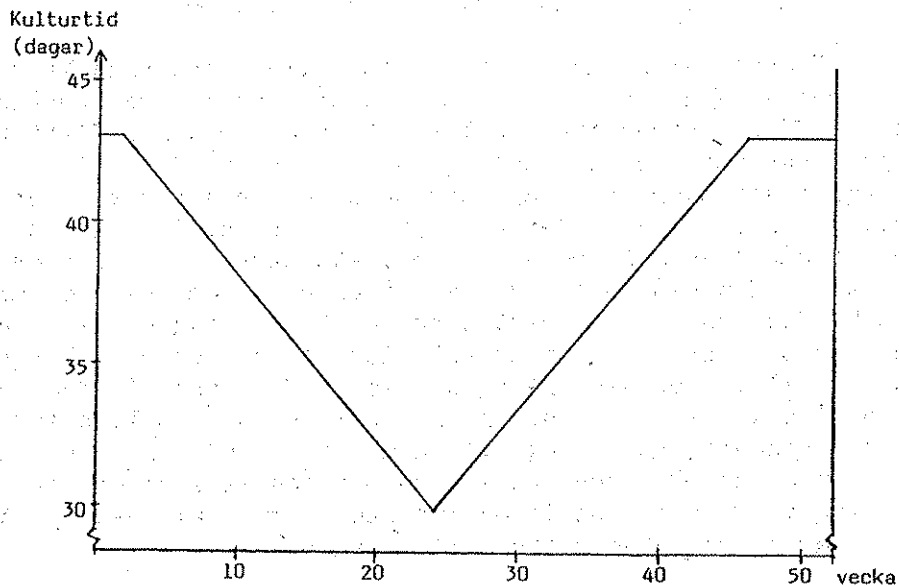
I ett odlingssystem för sallat som bygger på automatisk, successiv glesning (Prince & Bartok, 1978) har undersökningar gjorts, bl a vad beträffar lämplig tidpunkt och täthet för glesning (Prince & Koontz, 1984). I det beskrivna odlingssystemet kan tätheten på plantorna justeras steglöst. Med rätt produktionsplanering kan täthet och tidpunkt för glesning företas med hänsyn till växternas ytbehov. De svenska systemen är inte så flexibla som det beskrivna. I de svenska odlingarna styrs tidpunkten för glesning av när skörd företas, inte av när plantorna behöver mer plats. Rännstätheten, och därmed planttätheten, är förutbestämd vid en viss position på linjen eftersom rännan alltid måste placeras mitt för en slang med näringslösning och ingen glesning görs i rännan under kulturens gång. När sallat skördas, flyttas rännorna på linjen framåt till en ny bevattningsslang och nya plantor placeras på den fria ytan. Man placerar alltid in lika många rännor (plantor) som man har skördat. Linjen är sålunda alltid fylld, inga luckor förekommer.

Produktionsplaneringen har i det följande exemplet gjorts för den typ av system som Prince & Bartok (1978) beskriver. Detta har gjorts därför att odlingssystemet tillåter fullständig flexibilitet i omgångarnas storlek och tätheter samt tidpunkt för glesning, vilket inte det svenska systemet tillåter.

5.3.1.1 Förutsättningar. - Vid beräkning av produktionen måste glesning och kulturtidens variation över året ges som indata till modellen. I sin rapport har Prince & Koontz (1984) angivit ett lämpligt glesningsschema för sallatsproduktion i det angivna systemet. Det visar att de tätheter svenska odlare använder väl överensstämmer med de i rapporten angivna. De svenska odlarna glesar dock sallaten i flera steg.



Figur 17. Glesningsschema för sallat. Observera att det gäller för kulturtiden 34 dagar. För beräkning av glesningsscheman för kulturtider skilda från 34 dagar hänvisas till texten.



Figur 18. Kulturtidens beroende av vilken vecka plantorna placeras på odlingsytan. För att erhålla den totala kulturtiden (från sådd till skörd) ska 2 dagar adderas till avläst värde.

I exemplet har ett glesningsschema med åtta olika tätheter (figur 17) använts. Det är till viss del baserat på tätheter i de svenska odlingarna. Det angivna glesningsförfarandet gäller för en kulturtid på 34 dagar. Då kulturtiden skiljer sig från 34 dagar blir tidpunkten för glesningstillfällena proportionellt förskjuten i förhållande till kulturtiden. Tidpunkten för glesning avrundas till ett heltal. Exempelvis företas den första glesningen dag 17 ($14 \times 41/34$) om kulturtiden är 41 dagar istället för dag 14 som när kulturtiden är 34 dagar. De kulturtider som har använts i beräkningarna kan ses i figur 18.

För den konventionella odlingen gäller att plantorna placeras på slutavstånd, 30 st/m². Kulturtidens variation över året är densamma som för linjeproduktionen.

Optimeringsförfarandet för linjeproduktionen har ändrats mot det tidigare beskrivna. Då linjen optimerades uppstod stora luckor. Orsaken till det var att det begränsande för omgångarnas storlek var dagarna direkt efter inplacering då plantorna stod som tätast. När dessa omgångar glesades och flyttades fram på linjen, skiljde plantantalet i vissa omgångar avsevärt från det optimala antalet och stora luckor uppstod därför. För att åtgärda det, ändrades optimeringsförfarandet så att det optimala plantantalet alltid placerades på linjen. Om utrymmet inte räckte till minskades plantantalet i de omgångar som hade stått längst tid på linjen och som således stod glesast. Då behövde ett mindre antal plantor avlägsnas för att få en lika stor yta tillgänglig som om de tätaste omgångarna skulle ha justerats. Ändringen gav ett ökat utnyttjande och därmed en högre produktion. Optimeringsmetoden fungerar bra då en kultur odlas där kulturtiden minskar högst en enhet när tidsfaktorn ökar en enhet. Därför har den inte använts för övriga kulturer eftersom det i dessa odlingssystem är möjligt att byta kultur. Om kulturbyte företas måste optimeringsmetod bytas och resultaten mellan simuleringarna blir därmed inte jämförbara. Det nu beskrivna optimeringsförfarandet har använts vid alla simuleringar av sallatsproduktion.

Tre olika jämförande beräkningar har gjorts mellan linjeproduktion med automatisk, successiv glesning och konventionell odling med engångsskörd. Vid den första beräkningen gäller att plantorna har flyttats direkt från gröningskammaren till odlingsytan och stått där till skörd. Det har antagits att skörd och inplacering av nya plantor vid konventionell odling tar sju dagar. När linjeproduktion bedrivs har det antagits, eftersom omgångarna är relativt små, att skörd och inplacering sker samma dag. Tidsåtgången för dessa två arbetsmoment blir då mindre än en dag och sätts därför vid beräkningarna till 0 dagar. Vid den andra beräkningen har det antagits att endast slutodling sker på odlingsytan. Uppdragning av småplantor sker på annan plats. Med denna åtgärd ökas produktionen på odlingsytan. Tidsåtgång för skörd och inplacering är lika som vid föregående beräkning. Vid den sista beräkningen gäller samma förutsättningar som för den andra, men med den skillnaden att skörd och inplacering vid konventionell odling sker samma dag, dvs tidsåtgången för de arbetsmomenten sätts till 0 dagar.

5.3.1.2 Avkastning. - Det resultat som erhöles vid beräkningarna kan ses i tabell 4. När sallaten stod hela kulturtiden på odlingsytan blev merutbytet av linjeproduktionen 167%. Av den skillnaden är den allra största delen, cirka 130%, beroende på den successiva glesningen. Ett värde på dess andel av den totala produktionsökningen kan erhållas genom att jämföra en omgångs ytbehov (dygn \times m²) mellan de två odlingsformerna.

Linjeproduktionens ytbehov beräknas ur figur 17. Resultatet blir därför approximativt eftersom kulturtiden inte är konstant 34 dagar. Den övriga skillnaden, 37%, beror på tiden som vinnas vid skörd och inplacering av nya plantor. När odlingsytan endast upptogs av slutdrivning blev skillnaden mellan de två odlingsformerna 102%. Av den skillnaden tillskrivs cirka hälften det bättre utnyttjandet av ytan tack vare den successiva glesningen. När endast slutdrivning bedrevs på odlingsyta och tidsåtgången för skörd och inplacering ej togs med vid beräkningen, gav linjeproduktionen en merskörd av 52%. Hela skillnaden beror på det bättre ytutnyttjandet.

Skillnaden mellan linjeproduktion med successiv glesning och konventionell odling med utplacering på slutavstånd, blir minst den skillnad som kan tillskrivas det bättre utnyttjandet av ytan. Hur lång tid skörd och inplacering av nya plantor tar beror på hur stora omgångarna är och hur många som är sysselsatta med detta arbete. Om två lika stora ytor jämförs vinner en linjeproduktion mot en konventionell odling även i detta hänseende. Linjeproduktion har flera mindre omgångar som går fortare att placera in på linjen och att skörda. Man kan alltså räkna med en ökad produktion vid övergång till linjeproduktion även om man odlar med samma planttäthet som tidigare.

Tabell 4. Sallatsproduktionen i två odlingsystem, dels linjeproduktion och dels konventionell odling med engångsskörd. Material till tabellen finns i bilaga 1

	Tid för arbete *) (dagar)	Linje- prod. (st/m ² år)	Konv. odl.	Linjeprod. merutbyte (%)
Hela kulturtiden på odlingsytan	7	658	246	167
Slutodling på odlingsytan	7	778	386	102
Slutodling på odlingsytan	0	778	511	52

*) Anger tiden det tar att skörda och placera in nya plantor i den konventionella odlingen. För linjeproduktion är tiden 0 dagar.

5.3.2 Hedera

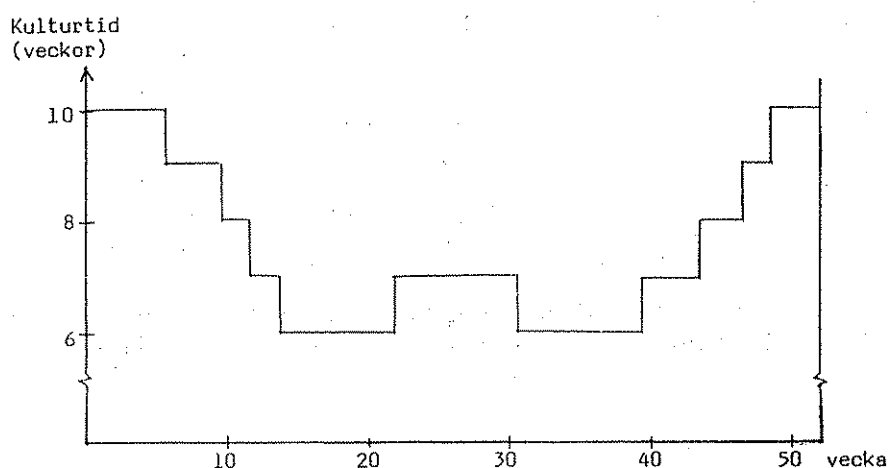
Det finns i Sverige i dag en odlare med linjeproduktion av Hedera. De uppgifter som har använts i beräkningarna har hämtats därifrån.

5.3.2.1 Förutsättningar. - För simuleringarna har antagits att plantorna står i förökningsavdelningen 4 veckor oberoende av årstid. De placeras sedan ut på linjen. Där står plantorna på tillväxt, beroende på årstid, 6-10 veckor, se figur 19. De glesas efter halva tiden från att ha stått

kruktätt, 82 st/m², till halva tätheten, 41 st/m². Under sommaren då den höga instrålningen orsakar en förlängning av kulturtiden uppges att den totala kulturtiden varierar mellan 11 och 12 veckor, dvs tiden på linjen är 7-8 veckor. Den har i beräkningarna antagits till det lägre värdet. Efter tillväxtfasen följer en skördetid på två veckor. 70% av plantorna antas vara sålda efter första veckan. De resterande plantorna plockas ihop så att utrymme skapas för en ny omgång.

Det finns i dag odlingar som har tekniska möjligheter eller endast skulle behöva göra mindre ombyggnationer för att bedriva linjeproduktion av Hedera eller andra krukväxter. Trots att linjeproduktion inte bedrivs, har man flera omgångar av kulturen i växthusen samtidigt. Vid beräkningarna jämförs därför två odlingar med lika utrustning, en bedrivande linjeproduktion och en "konventionell" odling med två omgångar åt gången på odlingsytan. Det antas att glesning och kulturtidens variation över året följer det tidigare angivna och är lika i båda odlingarna. Sticklingarna är i båda fallen 4 veckor då de placeras på odlingsytan. För linjeproduktion har två beräkningar gjorts. I den ena har det antagits att plantorna under den två veckor långa skördetiden plockas ihop så att de kvarvarande plantorna i omgången upptar en allt mindre yta. För den andra beräkningen har det antagits att ingen ihopplockning av plantorna förekommer. Under skördetiden upptar alltså de kvarvarande plantorna lika mycket plats som hela omgången gör när den står som glesast.

5.3.2.2 Avkastning. - I tabell 5 visas avkastningen beroende på odlings-system. Den "konventionella" odlingen kommer att få en årsproduktion av 254 plantor/m². Det visar sig att den begränsande faktorn är när de sista plantorna skördas. Innan dess kan inte omgången efter glesas och inga nya plantor sättas in på odlingsytan. I den odlingen är det ingen mening att plocka ihop plantorna eftersom hela ytan måste vara ledig innan omgången efter glesas.



Figur 19. Hederas tillväxttid (från inplacering på odlingsytan tills skördeklar) över året. För att få den totala kulturtiden ska 4 veckor i förökningsavdelningen samt 1-2 veckor för skörd adderas.

Tabell 5. Produktion av Hedera i två odlingssystem. Material till tabellen finns i bilaga 2

Odlingssystem	Avkastning (st/m ² år)	Rel. avkast. (%)
Linjeprod. med ihoppl.	294	116
utan ihoppl.	264	104
"Konventionell" odling	254	100

Linjeproduktion utan ihopplockning kommer att ge en produktion av 264 plantor/m² år. Trots att det inte sätts in några plantor vissa veckor erhålls en produktionsökning med 4% tack vare ett bättre ytutnyttjande.

Om 70% av plantorna skördas under den första skördeveckan och övriga plantor plockas ihop blir årsproduktionen 294 plantor/m². Produktionsökningen blir 16% jämfört med den "konventionella" odlingen. De avgörande faktorerna för om ihopplockning ska ske blir kostnaderna för densamma.

5.3.3 Kulturbyte i linjeproduktion

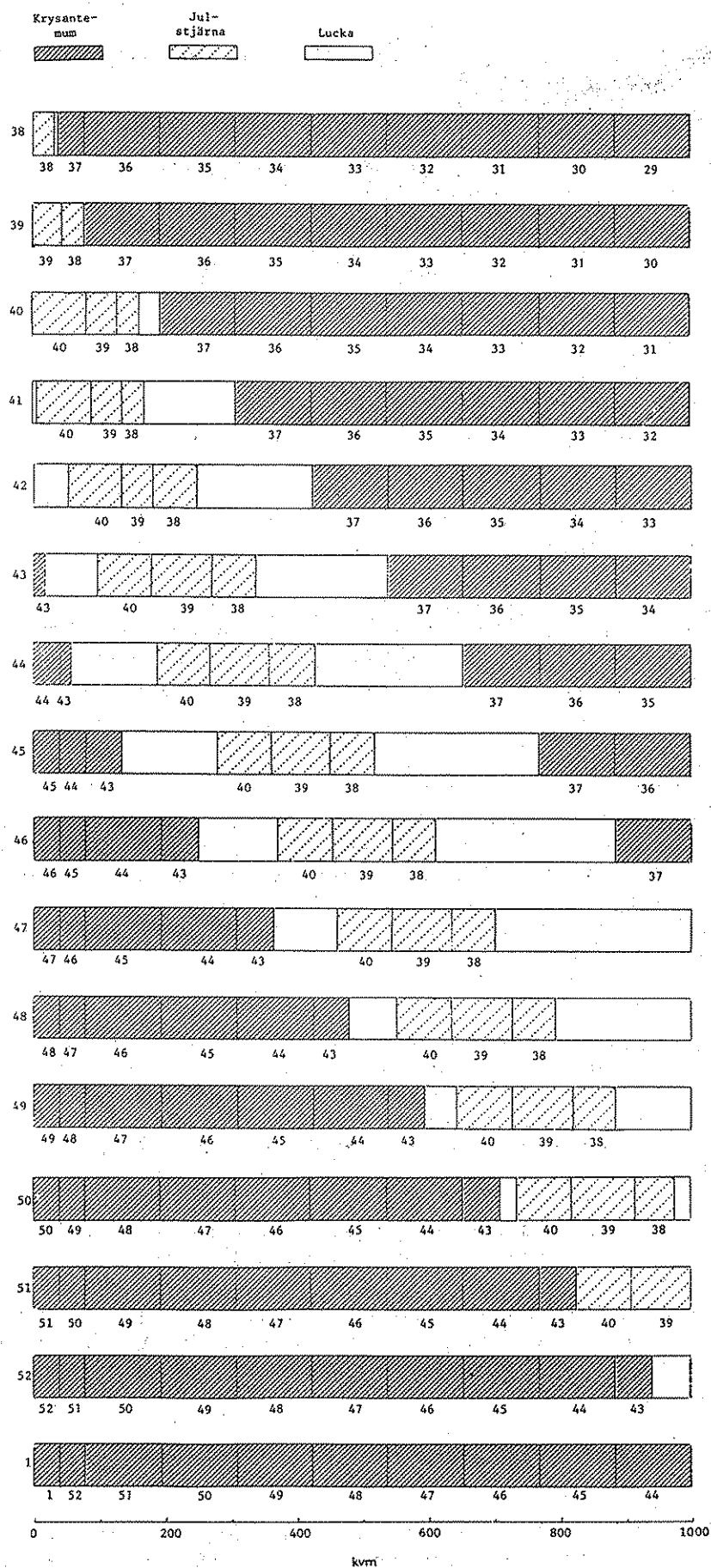
När kulturbyte företas i ett företag, kan det bero på dålig efterfrågan på den odlade produkten. Det kan då uppstå luckor på linjen eftersom det är vanligt att kulturtiden skiljer mellan de två kulturerna. Det är till fördel om skillnaden är så liten som möjligt. Då blir luckorna vanligtvis små. Ju större skillnaden i kulturtid är, desto större ytor kommer att stå tomma.

5.3.3.1 Förutsättningar. - I exemplet har antagits att krysantemum är huvudkultur. Den odlas så att den skördas alla veckor utom veckorna strax före jul. Då skördas i stället julstjärna. Det har antagits att krysantemum har 10 veckors kulturtid. De 2 första veckorna står plantorna tätt, 82 st/m². Därefter glesas de till 28 st/m². Efter 9 veckor är kulturen färdig. Den sista veckan är skördevecka.

Julstjärna placeras i exemplet på linjen vecka 38-40. De två första veckorna inplaceras otoppade plantor. Kulturtiden för dessa är 13 veckor. De glesas den 5:e veckan från 50 st/m² till halva tätheten. Vecka 40 inplaceras inkrukade, otoppade plantor. De har en kulturtid på 12 veckor och placeras på linjen på slutavstånd, 35 st/m². För julstjärna antas engångsskörd. Kulturtider och tätheter för julstjärna efter Karlsson (1985).

Vid simuleringarna har det antagits att odlingsytan är 1000 m².

5.3.3.2 Avkastning. - Vid optimering med ovan angivna förutsättningar fås en årsproduktion av 150000 krysantemum och 6800 julstjärnor. Linjens utseende under de veckor julstjärnor finns på odlingsytan, kan ses i figur 20. Under vecka 42-49 står stora ytor tomma, som mest upp till 40%



Figur 20. Illustration av kulturbyte i linjeproduktion de veckor julstjärna finns på linjen. Till vänster om linjen anges aktuell vecka, under varje omgång anges den vecka den inplacerades.

av odlingsytan. Under de veckor då endast krysanterum finns på linjen uppstår inga luckor.

En linjeproduktion med inplacering av krysanterum varje vecka under hela året, får under de angivna förutsättningarna en årsproduktion av 168000 plantor. Genom att placera julstjärnor på linjen under tre veckor, fås en produktionsminskning med 18000 krysanterum. Då hänsyn tas till julstjärneproduktionen erhålls en förlust av drygt 11000 plantor. Skillnaden beror till största delen på förluster som uppkommer vid byte av kultur. En marginell del kan tillskrivas skillnaden pga olika tätheter hos de två kulturerna.

Trots att kulturtiden endast skiljer 3 veckor mellan kulturerna, blir luckorna runt tidpunkten för kulturbytet stora. Det visar att variation i kulturtiden ej är önskvärd i strävandena efter en hög produktion.

5.3.4 Resultat av beräkningar

Vid beräkningarna har avkastningen från linjeproduktion jämförts med avkastningen från andra odlingssystem under olika förutsättningar. Det kan konstateras att linjeproduktion under alla förutsättningar har givit en högre avkastning än jämförande odlingssystem. De faktorer som gör att linjeproduktion ger en ökad avkastning är det bättre utnyttjandet av odlingsytan samt den kortare tidsåtgången, tack vare mindre omgångar, mellan skörd och inplacering av en ny omgång. Det bättre ytutnyttjandet ges av att kulturtiden varierar över året samt att kulturen glesas under kulturtiden. Om man har en kultur som har konstant kulturtid över året och som placeras på odlingsytan på slutavstånd, får en konventionell odling och en linjeproduktion lika stor årsproduktion om tidsåtgången för skörd och inplacering av nya plantor är lika eller försummas. I vissa extrema fall kan t o m en konventionell odling ge högre avkastning än en linjeproduktion. Man kan dock säga att i de flesta fall ökar plantproduktionen vid övergång till linjeproduktion.

6 LINJEPRODUKTIONENS HISTORIA

Den första linjeproduktionen i växthus startades 1956 utanför Köpenhamn (Stoffert, pers medd, 1986). Kulturen var och är smörgåskrasse. Odlingen har pågått oavbrutet sedan dess. Stoffert (pers medd, 1986) uppger också att linjeproduktion av krukkrysantemum pågick vid ett företag i södra England i början av 1960-talet.

I litteraturen har det första exemplet på linjeproduktion påträffats i en artikel från 1978 (Grower, 1978). Där beskrivs en dansk odlares system för odling av sallat på band. Sallaten odlades i rännor vari ett band av textilmaterial var placerat. Vid plantering och skörd drogs bandet fram till en arbetsgång.

Prince & Bartok (1978) beskriver ett odlingssystem med successiv glesning i fem steg. Kulturen är plocksallat och systemet omfattar hela odlingen från sådd till skörd.

I en amerikansk artikel från 1980 beskrivs en linjeproduktion av huvudsallat med successiv glesning. Glesning sker i tre steg från utplanteringen (Schippers, 1980).

1983 startades i Vrena, Södermanland, linjeproduktion av huvudsallat i två plan och med successiv glesning (Hallgren, 1983). Sedan 1984 sker odling på liknande sätt, fast av plocksallat och i ett plan, i ett växthus utanför Stockholm.

För krukväxter finns uppgifter om linjeproduktion i södra Enland vid början av 60-talet. Idéen om linjeproduktion förs fram på nytt i samband med presentationen av ett odlingssystem med lösa rännor (Clayton, 1979).

I Sverige startade en skånsk krukväxtodlare linjeproduktion av Hedera 1981.

I Danmark har på de senaste åren flera stora anläggningar för linjeproduktion av krukväxter byggts upp. Sommaren 1985 startade en trädgårdsmästare på Jylland linjeproduktion av krukkrysantemum på 8500 m². Ett år senare startades en anläggning där samma kultur odlas på 10000 m² på Fyn.

För odling av snittkrysantemum presenteras ett linjeproduktionssystem av Morgan m fl (1981). Odlingen är numera nedlagd.

Sedan 1985 bedrivs det linjeproduktion av tulpaner i ett Stockholmsföretag.

7 ODLINGAR MED LINJEPRODUKTION

Efter denna överblick kommer linjeproduktion vid ett antal företag att beskrivas. De flesta av dessa odlingar har besökts.

7.1 Smörgåskrasse

I ett företag utanför Köpenhamn bedrivs det linjeproduktion av smörgåskrasse. Den första linjen för smörgåskrasse byggdes 1956. Nya linjer har sedan tillkommit 1963 och 1973.

7.1.1 Biologi

Smörgåskrasse är en mycket speciell kultur. Det rör sig om att få frön att gro och en groddplanta att utveckla sig. Groddplantan ska bilda klorofyll och stoppas i sträckningstillväxten. Den stoppas genom att krassen placeras i kyl. Processen från sådd till skördefärdig produkt tar 5-6 dagar.

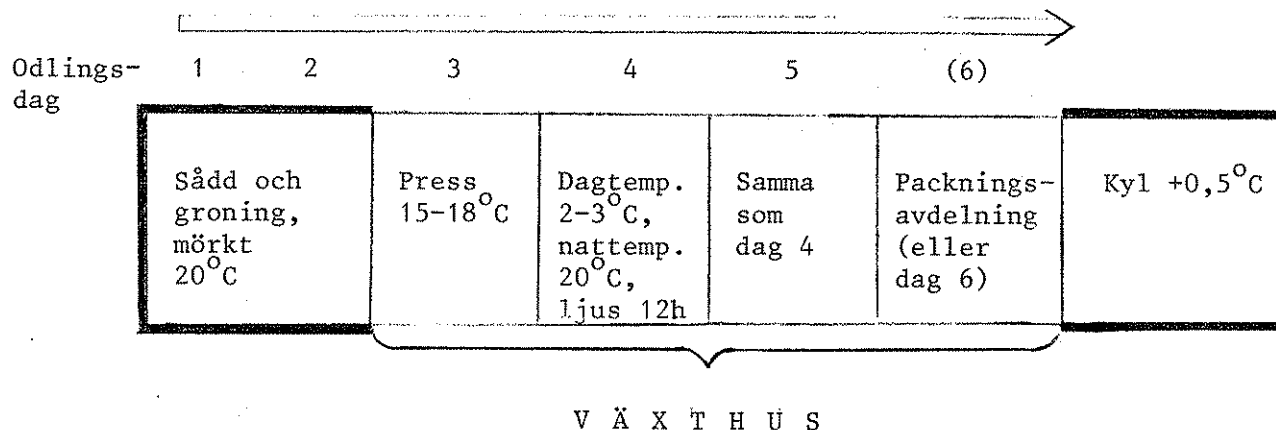
Någon tillväxt grundad på fotosyntes hinner knappast göra sig gällande, utan utvecklingen av groddplantan kommer till stånd med energi som finns lagrad i fröet. Kulturtiden kommer därför att variera i ringa grad. Den variation som finns beror på att kulturen måste finnas i ljuset en dag längre under vintern för att bli grön.

Varje enhet som produceras består av ett stort antal plantor. De individuella skillnaderna mellan plantorna som kan finnas spelar liten roll för odlingsresultatet.

7.1.2 Odlingen

Odlingen sker i spån av bok. Detta material pressas i block och placeras i de plastbrickor som krassen ska levereras i till konsumenten. Brickorna placeras på plåtar av hanteringsvänlig storlek. Dessa placeras i sin tur två och två på de flyttbara bord som står i en lång linje från sådd till skörd. Framflyttningen längs linjen sker för hand. Odlingslinjen beskrivs schematiskt i figur 21.

Vid sådden dras en såmaskin över linjen. Fröet bredsås direkt på ytan. Borden hålls sedan mörkt i gröningsavdelningen två dygn vid 20°C.



Figur 21. Schematisk skiss över växthus med linjeproduktion av smörgåskrasse.

I nästa avdelning ställs borden under press. Detta görs för att fröet inte ska lyfta sig samt för att rotspetsen ska böja av mot brickans botten. Kulturen har därmed kommit ut i den del av linjen som finns i växthuset. Temperaturen är 15-18°C och växterna är i denna avdelning under 1 dygn.

Vid odlingssteg tre är det ljus. Hjärtbladen har nu börjat utveckla sig. Under vintern belyses plantorna nattetid under 12 timmar. I denna avdelning eftersträvas en så låg dagstemperatur som möjligt. Under vintern hålls den vid 2-3°C. Nattemperaturen hålls däremot kring 20°C. Även i denna avdelning är plantorna i ca 24 timmar.

I nästa avdelning är klimatet detsamma som i föregående avdelning. Några fläktar har installerats för att kunna hålla temperaturen nere.

I den femte avdelningen sker packningen. Under vintern står dock plantorna här ytterligare en dag i samma klimat som i de två föregående avdelningarna.

Krassen kan sedan lagras vid 0,5°C i upp till 14 dagar.

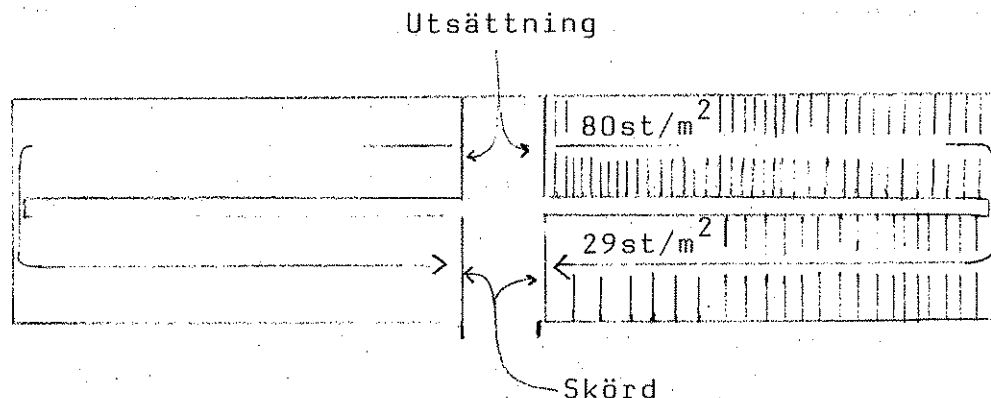
7.1.3 Marknad och produktionsplanering

Smörgåskrasseproduktionen i Danmark har sin grund i den speciella danska smörgåstraditionen. Krassen används som dekoration på "smörrebröden".

Odlaren är i praktiken monopolist på den själländska marknaden. Detta tillsammans med företagets långa erfarenhet gör att man har en mycket god bild av efterfrågans storlek. Tack vare att kulturtiden är kort och att produkten kan lagras upp till 14 dagar, kan produktionen styras så att den stämmer med efterfrågan på marknaden. Målet är att producera exakt den mängd som efterfrågas. Denna målsättning kan lätt uppfyllas med gällande förutsättningar. Endast i undantagsfall händer det att krasse som inte ryms på marknaden måste kasseras. Priset på smörgåskrasse hålls på samma nivå året runt.

7.2 Plocksallat

Utanför Stockholm finns ett företag där det odlas plocksallat på totalt 5000 m². Odlingen sker i kruka i rinnande näringslösning och hälften av ytan upptas av linjeproduktion. Det odlas på två u-formade linjer som båda börjar och slutar vid en central mittgången, se figur 22.



Figur 22. Schematisk skiss över växthus med linjeproduktion av plocksallat med successiv glesning.

7.2.1 Biologi

Kulturtiden för sallat är i hög grad beroende av instrålningen. Kulturererna med kortaste och längsta kulturtid, under naturliga ljusförhållanden, är de vars mittdatum ligger vid sommar- respektive vintersolståndet (Klapwijk, 1979). I modern odling utjämnas kulturtidsvariationerna i hög grad med insats av belysning och koldioxidberikning av växthusluften.

7.2.2 Odlingen

Fröet förgros under 1 dygn vid 18°C. Sådden sker sedan i krukorna. Brätten med krukor passerar genom en maskin som lägger 3 frön i varje kruka. Detta trots att endast två plantor i varje kruka eftersträvas. Orsaken till åtgärden är den ojämna frökvaliteten. Efter sådden placeras krukorna mörkt vid 15°C under ett dygn. Under denna tid sätter sig grodden.

Den ojämna frökvaliteten på det frö som används är ett av de större problemen i odlingen. Försök har gjorts att sortera fröet med olika metoder. Den metod man funnit lämpligast är vattensortering. På grund av bristerna i frökvaliteten besås ett överskott av krukor så att man garanterat har tillräckligt många att sätta in på slutodlingslinjen. Man sår 30% fler krukor än det egentliga behovet.

Brätten med krukor placeras sedan i den s k "barnkammaren". Plantorna står här 236 st/m² på rullbord. Temperaturen är 13-16°C (vinter). Det belyses med högtrycksnatriumlampor, 4000 till 5600 lux (beroende på avdelning), och koldioxidkoncentrationen är 1500 ppm. Odlingen i denna avdelning tar 14-17 dagar beroende på årstid.

Vid inplaceringen på slutodlingslinjen sorteras dåliga krukor bort. Barnkammaren bör alltså ha kapacitet i förhållande till slutodlingslinjen så att ett överskott av småplantor kan produceras.

Odlingen på den egentliga linjen tar 20-26 dagar. Temperaturen hålls vid 12-15°C vintertid. Belysningen är 4000 lux (högtrycksnatrium) och även här är koldioxidhalten 1500 ppm. Odlingen sker i rännor. Plantorna placeras i hål i dessa med 15 cm mellanrum. Rännorna placeras in på linjen så att plantorna kommer att stå i fyrkantsförband. Rännorna är först placerade helt tätt för att sedan automatiskt glesas successivt under odlingens gång. Framflyttningen sker med en minidatorstyrd robot (figur 12). Rännornas läge bestäms av slitsar i en plåt där fotoceller på roboten avläser läget. Vid varje slits är en slang för tillförsel av näringslösning placerad.

Skörden sker som engångsskörd. Vid skörden kasseras inget utan klenare plantor packas som andrasortering med två stycken i varje förpackning.

Kontroll av näringslösningen sker med kontinuerlig mätning av ledningstal och pH. Returvatten och torrsustans i plantorna analyseras på växt-näringsinnehåll var 14:e dag. Lösningen körs genom sandfilter efter varje cirkulation och byts en gång per månad.

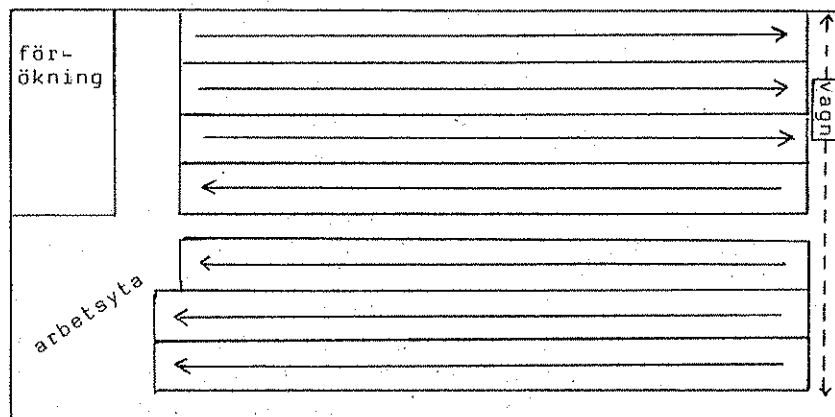
7.2.3 Marknad och produktionsplanering

Målet med odlingen är en jämn produktion, men en viss anpassning sker till försäljningskampanjer och storhelger. Varje dag placeras lika många plantor in på linjen som det har skördats. Det innebär att man ibland på våren skördar från mer än en omgång varje dag, så att omgångarnas storlek successivt ökas. På hösten, när tillväxten går allt långsammare, kommer ibland inte hela omgångar att skördas, det vill säga omgångarnas storlek kommer då att minska.

Försäljningen sker i Stockholmsområdet genom företagets egen grossistorganisation.

7.3 Hedera helix

Söder om Malmö sker odling av Hedera helix som åretrunkultur. På 1150 m² bedrivs odlingen som linjeproduktion. Odlingen sker på flyttbara bord som transporteras på rullbanor. Varje linje rullar på tre hjulrader. Rullbanorna är placerade direkt på golvet. Odlingsytan hamnar då bara någon decimeter över golvytan. Vid vissa arbetsmoment t.ex stickning, lyfts borden upp till arbetsvänlig höjd med en elektrisk truck. Andra arbeten, t.ex glesning, sker vid borden när de står på rullbanorna. De lågt placerade borden är en nackdel ur arbetsmiljösynpunkt. Den största fördelen med bordsystemet ligger i den låga investeringskostnaden. Figur 23 är en schematisk skiss över odlingen.



Figur 23. Schematisk skiss över växthus med linjeproduktion av Hedera.

7.3.1 Biologi

Hederan är saluklar när minst 4 skott har en längd på 1-2 dm (beroende på sort). För Hedera canariensis finns det ett nära samband mellan den ackumulerade instrålningen och kulturtiden under de delar av året då instrålningen är den begränsande tillväxtfaktorn (Friis-Nielsen, 1977). Sommarkulturerna uppvisar dock stora variationer i kulturtid, pga skadliga verkningar av överskottsljus. Dessa rön visar god överensstämmelse med uppgifterna från odlaren om variationerna i kulturtid för Hedera helix.

7.3.2 Odlingen

Odlingen sker i 11-cm krukor. Man utgår från egenproducerade sticklingar och sticker 9 sticklingar i varje kruka. Krukorna står helt tätt, 82 st/m², under odlingens inledningsskede.

Borden med nystuckna plantor placeras i förökningsavdelningen. I denna står borden i tre plan i en del av växthuset som avskärmats med plastfolie. Temperaturen är 18-20°C och plantorna belyses med 1500 lux (lysrör). Förökningsskedet tar 4 veckor oberoende av årstid.

Borden ställs sedan ut på en linje där odlingen sker under den återstående kulturtiden. Efter halva tiden på linjen glesas plantorna till halva tätheten. Den sista halvan av odlingstiden på linjen tar alltså två tredjedelar av odlingsytan i anspråk. Glesningen sker genom att tomma bord bärs till glesningsstället. Det ideala vore att glesa i samband med att borden vänder i den nedre delen av den u-formade linjen. I så fall skulle det finnas dubbelt så många södergående som norrgående linjer. En del av glesningen sker idag inne på de norrgående linjerna.

I slutodlingsavdelningen är temperaturen 16-18°C. Plantorna belyses vid behov med 6000 lux (högttrycksnatrium) och koldioxidhalten i luften hålls vid 800 ppm. Cirka 70% av en omgång kan skördas vid det första tillfället. Återstoden flyttas samman och blir salufärdiga inom 2 veckor.

7.3.3 Marknad och produktionsplanering

Odlingen följer inte någon förutbestämd detaljplanering. Nya bord sticks när plats blir ledig i förökningsavdelningen. Dessutom används fram till november ett par kallhus som finns inom företaget som buffertlager för rotat material.

Försäljningstoppar för kulturen infaller under januari-mars och augusti-september. Under april och november är efterfrågan lägst och även under utplanteringssäsongen är det svårt att sälja Hedera. Därför odlas det ingen Hedera för försäljning under tiden 15/4-15/6. För försäljning i denna period odlas i stället hängpelargon. Den sista Hederan sätts in på linjen den 1/3 och linjen börjar fyllas med Hedera igen den 1/6. Till julförsäljning produceras en del Hedera för samplantering.

7.4 Krysanterum

Krysanterum hör till de kulturer som bäst lämpar sig för linjeproduktion. Med assimilationsbelysning kan den odlas med små avvikelser i kulturtid året runt. Kulturens utveckling kan indelas i avgränsade faser och materialet är mycket enhetligt. En omgång blommor inom 7-10 dagar.

7.4.1 Biologi

Krysanterums egenskap som kortdagsväxt används för att styra dess utveckling till blomning. Sorterna som finns på marknaden är grupperade efter reaktionstid, från 7,5 till 12 veckor. Sorterna delas även in efter växtkraft.

Variationen i kulturtid över året är sortberoende och sorterna passar mer eller mindre bra för vinterproduktion. Även med assimilationsbelysning blir kulturtiden utdragen och kvaliteten undermålig vid vinterodling av vissa sorter. Försöksresultat av Hicklenton och McRae (1985) belyser detta. De odlade två sorters krukkrysantemum i växthus på latituden 45°N. I ett växthus belystes plantorna med 3200 lux de fem första veckorna med kort dag. I ett annat växthus odlades under naturliga ljusförhållanden. Vid samtliga behandlingar skedde odlingen under den vegetativa fasen under standardiserade förhållanden i klimatkammare. Som framgår av resultaten i tabell 6 ger sorten 'Yellow Paragon' ett jämnare odlingsresultat än 'Copper Ann' över året. Av tabellen framgår också den positiva inverkan på kulturtid och kvalitet av assimilationsbelysning.

Krysantemumkulturen delas in i en vegetativ fas, under lång dag, och en blominitierings- och blomutvecklingsfas. Under den senare fasen håller odlarna i allmänhet ca 11,5 timmars dag fram till det stadium då knopparna visar färg. En sista fas, blomningsfasen, kan också definieras. Då är plantorna salufärdiga. Utgår odlingen från orotade sticklingar, vilket är det vanliga vid krukodling, tillkommer dessutom en rotningsfas. Vid odling av krukkrysantemum under belysning inleds kortdagsbehandlingen av kulturen ofta direkt oavsett årstid.

För att säkerställa blominduktion, så att kulturen utvecklas inom den planerade tiden, är ljusinstrålningen under kortdagsbehandlingens två första veckor särskilt viktig. Det kan vara motiverat att installera belysning så att en högre belysningsnivå uppnås i den avdelning där plantorna står under detta skede (Cockshull & Hughes, 1971).

7.4.2 Företag A

På 8500 av sina 22500 m² växthusyta odlar en trädgårdsmästare på Jylland enplants krukkrysantemum. Odlingen sker på flyttbara bord med måtten 560x160 cm. Inom de områden där arbeten med kulturen ska ske, finns grindar som gör det enkelt att komma in mellan borden. Mellan linjerna är det en 40 cm bred gång. Denna används vid kulturkontroll och sprutning. Figur 24 är en schematisk bild av anläggningen.

7.4.2.1 Odlingen. - På linje 1 står bord med jordfyllda krukor. Krukorna fylls på annan plats i företaget och denna linje fungerar som buffertlager. Vid den del av linje 1 som finns inom arbetsområdet sker stickningen.

På linje 2 sker rotningen. Här står borden plasttäckta i 8 dagar. Vid överföringen till linje 3 avlägsnas plasten varefter kulturen står en vecka på denna linje. Sedan toppas plantorna inom arbetsområdet innan de förs över till linje 4 där de står ytterligare en vecka.

Under dessa tre första odlingsveckor står plantorna kruktätt, 120 st/m². Glesningen till slutavstånd, 45 st/m², sker innan kulturen förs över till slutodlingslinjerna (5-10). Transporten dit sker automatiskt via en bana under linje 2. Vid linjernas slut i östra delen av huset finns en datorstyrd överföringsvagn. Denna känner av en markör på borden som anger vilken slutodlingslinje de ska till. På de olika linjerna odlas sortgrupper med olika reaktionstid.

Tabell 6. Effekten på två sorters krukkrysantemum av belysning och av datum för kortdagsbehandlings början på kulturtid och kvalitet (efter Hicklenton & McRae, 1985)

a. 'Yellow Paragon'

Datum för KD-start	Dagar från KD-start till skörd (dagar)		Antal blommor (st)		Blommors torrvikt (g)	
	Naturl ljus	Belyst	Naturl ljus	Belyst	Naturl ljus	Belyst
28/1	62,7	63,2	11,3	12,1	4,41	5,54
11/2	60,6	59,4	13,3	14,4	5,89	6,17
25/2	61,8	61,5	12,9	14,9	8,60	8,88
22/10	64,5	61,9	10,3	16,8	4,44	5,93
5/11	66,7	62,8	7,8	12,7	2,62	3,67
19/11	70,8	63,7	7,5	11,7	3,17	4,60

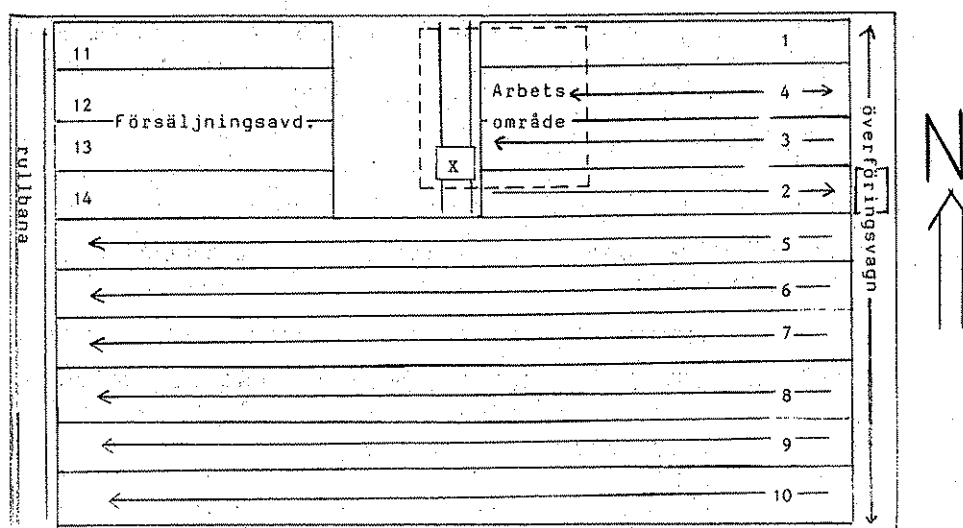
b. 'Copper Ann'

Datum för KD-start	Dagar från KD-start till skörd (dagar)		Antal blommor (st)		Blommors torrvikt (g)	
	Naturl ljus	Belyst	Naturl ljus	Belyst	Naturl ljus	Belyst
28/1	62,5	62,0	8,8	9,8	4,75	5,72
11/2	58,9	58,9	10,6	11,2	6,69	7,30
25/2	61,0	61,0	11,0	11,3	7,33	7,88
22/10	82,3	63,3	5,6	11,5	2,37	4,63
5/11	84,8	71,0	4,4	8,3	1,84	3,32
19/11	86,7	69,3	2,3	7,7	2,03	3,43

När borden flyttats till växthusets västra gavel är plantorna salufärdiga. De flyttas då över till den speciella packningsavdelningen (linjerna 11-14). Inom en vecka har normalt ett bord tömts. Vid behov sker sammanflyttning av överblivna plantor.

Klimatet i de olika avdelningarna i växthusblocket är enligt följande:

Förökning, linje 2-4: Jordtemperatur, 24-25°C, lufttemperatur 21°C. Belysning 3000 lux (högtrycksnatrium). Lång dag 0-2 veckor beroende på årstid.



x = glesningsautomat

Figur 24. Schematisk skiss över växthus med linjeproduktion av kruk-krysantemum. Företag A.

Slutodling, linje 5-10: Lufttemperatur 19°C, Kort dag (11 timmar). Ingen belysning, men det planeras att installera 3000 lux.

Skördeavdelning, linje 11-14: Lufttemperatur 17-18°C. Skuggning med ca 50%. Ingen belysning.

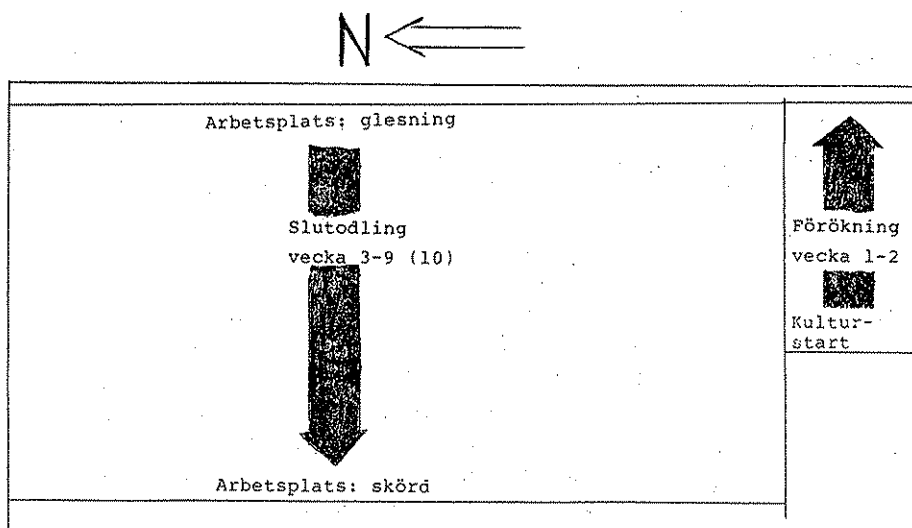
Slutodlingslinjerna är indelade i tre bevattningsavdelningar. På så sätt kan bevattning och näringstillförsel varieras efter plantornas utvecklingsstadier. I slutet av linjerna och i skördeavdelningen vattnas med rent vatten för att rötterna ska vara välutvecklade inför transporten.

7.4.2.2 Marknad och produktionsplanering. - Det produceras krysantemum året runt med undantag för några veckor till jul. Sticklingar sticks varje vecka med undantag för veckorna 38-39, då julstjärna placeras in i systemet. Odlingsplanering är gjord med linjär programmering.

I genomsnitt blir 40000 plantor saluklara varje vecka. Allt säljs genom GASA-Århus och fristående grossister till marknader i hela västeuropa.

7.4.3 Företag B

I detta företag på Fyn linjeproduceras både enplants och treplants kruk-krysantemum på 10000 m² växthusyta. Odlingen sker på brickor med måtten 56x126 cm. Mellan linjerna, som är rullbara i sidled, kan 50 cm breda gångar skapas. Dessa används för såväl kulturarbeten som kontroll och sprutning. I förökningsavdelningen finns 14 linjer och i slutodlingsavdelningen 91 (se figur 25).



Figur 25. Schematisk skiss över växthus med linjeproduktion av krukkrysantemum. Företag B.

7.4.3.1 Odlingen. - Efter stickningen i förökningsavdelningen sker rotningen. Då står plantorna under vit plast 5-7 dagar. I förökningsavdelningen står plantorna krukttätt i två veckor. Det innebär 119 st/m² för enplants och 82 st/m² för treplants. Kulturen ges kort dag, 11,5 timmar, från första dagen.

I samband med transporten till slutodlingsavdelningen glesas plantorna. Man använder sig av ett transportband som löper efter husets östra vägg. Krukorna placeras en och en på bandet av en man medan en annan lyfter av dem från bandet och placerar dem på slutodlingslinjerna.

På slutodlingslinjerna står plantorna 7-8 veckor beroende på sort. Man placerar aldrig mer än en sort på varje linje. Packningen sker längs husets västra sida. Salufärdiga plantor ska normalt befinna sig högst 8-9 meter från huvudgången vilket ger korta transporter och underlättar packningsarbetet. Vid första skördetillfället skördas vanligen 80% av omgångens plantor. Inom en vecka och ytterligare ett skördetillfälle återstår högst 5% av plantorna.

Klimatet uppges vara lika i hela blocket, med undantag av förökningsavdelningen där luftfuktigheten är högre. Nattemperaturen är 18°C och koldioxidkoncentrationen 800 ppm. Belysning är installerad i hela blocket med 3200 lux (högtrycksnatrium).

Slutodlingslinjerna är indelade i 8 bevattningsavsnitt. Varje linje är i sin tur indelad i 6 grupper. På så sätt kan bevattning och näringstillförsel anpassas till såväl plantornas utvecklingstadier längs linjerna som de olika sortgrupperna på linjerna.

För att säkerställa blominduktionen, så att kulturen utvecklas inom den planerade tiden, är ljusinstrålningen under kortdagsbehandlingsens två första veckor särskilt viktig. Det kan vara motiverat att installera belysning så att en högre belysningsnivå uppnås i den avdelning där plantorna står under detta skede (Cockshull & Hughes, 1971).

7.4.3.2 Marknad och produktionsplanering. - Odlingen är inriktad på export. I det aktuella växthuset odlas krukkrysantemum året runt. Även till jul säljs krysantemum och då mest till Storbritannien.

7.4.4 Snittkrysanter

Ett odlingssystem för linjeproduktion av snittkrysanter utvecklades i Irland under slutet av 1970-talet. Systemet testades några år i ett växthus med måtten 6.4x32 m. Numera är odlingen nerlagd (Svensson, pers medd, 1986).

Odlingen skedde i rinnande näringslösning. En av de bärande odlingstekniska idéerna i projektet var att värma näringslösningen. Genom att hålla temperaturen i rotzonen vid 24°C dygnet runt, kunde nattemperaturen sänkas till 9°C utan att kvaliteten försämrades (Morgan m fl, 1981). Odlingen skedde i plastrännor. De var täckta av en tunn polystyrenskiva i vilken orotade sticklingar placerades. I skivan fanns borrarade hål med avståndet 12,5 cm. Det var två rader med hål i varje ränna. Hålen var borrarade så att plantorna kom att vara placerade i triangelförband.

Odlingen skedde i två avdelningar. I båda vilade rännorna på ett enkelt stativ av aluminium och stål. Transporten av rännorna på linjen skedde genom att två man sköt dem på stativet.

Rotningen av sticklingarna och långdagsfasen ägde rum i en speciell avdelning som utgjorde 16% av den totala ytan. I denna avdelning var rännorna placerade helt tätt. Planttätheten var 125 st/m². Rotningen tog 10-14 dagar och under denna tid hölls kulturen fuktig. Den totala tiden i långdagsavdelningen varierade från 3-5 veckor beroende på årstiden.

Den fortsatta odlingen skedde i en avdelning med kort dag. När kulturen flyttades i denna avdelning placerades rännorna fyra och fyra i enkla ramar och försågs med stödnät. Avståndet mellan rännorna var 12,5 cm så att planttätheten blev 62,5 st/m². Skörden kunde ske som engångsskörd om kvistar som var något efter i utvecklingen placerades i en speciell lösning som bidrog till att knopparna öppnade sig.

Man odlade sorter med 10 veckors reaktionstid. Dessa var, oberoende av årstid, färdigskördade inom 10 veckor efter kortdagsbehandlings början (Morgan m fl, 1981).

8 LINJEPRODUKTIONENS FRAMTID

I dag är det relativt få växtsorter som det bedrivs eller har bedrivits linjeproduktion av. Det beror till stor del på kraven på jämnhet i utvecklingen för en effektiv produktion. De kulturer som har provats är sådana med enbart vegetativ utveckling eller lättstyrda kulturer med både vegetativ och generativ utveckling.

I takt med att de biologiska kunskaperna ökar, kan sambanden mellan olika parametrar bestämmas. Tillväxt- och utvecklingsmodeller kan då skapas. När det finns utvecklade modeller kan dessa användas till att styra kulturer och till att göra prognoser. Man kan genom simulering i tillväxtmodellen prova vilka åtgärder som är lämpliga att vidta för att uppnå ett mål, t ex en bestämd skördedag. Även om inte tillväxtmodeller utvecklas, bör ökade biologiska kunskaper ge möjlighet att uppnå ökad jämnhet i växtmaterialet. Det gör att fler kulturer blir aktuella för linjeproduktion i framtiden.

Bildbehandlingen har tagit sina första steg in i trädgårdsodlingen. Det finns i dag utrustning inom trädgårdsnäringen som använder bildbehand-

ling för sin funktion, exempelvis sorteringsmaskiner för frukter (Johnson, 1985; Larsson, 1986). Genom att införa tekniken i produktionen skulle den kunna medverka till att produktionen av växter helt automatiseras. När kameran i bildbehandlingssystemet rör sig över odlingen fås data på växternas storlek, täthet, kondition etc. Dessa data ligger till grund för beslut om lämpliga åtgärder, t ex glesning och växtskyddsåtgärder. Arbete av denna typ kan utföras av robotar och på sikt kan man tänka sig att den mänskliga insatsen begränsas till övervakning av systemet. Detta kan vara aktuellt för vissa produktgrupper och vi har då "växtfabriker" där minimalt mänskligt arbete krävs.

En lämplig produktionsform för "växtfabriker" av ovanstående slag skulle linjeproduktion vara. De färdiga produkterna återfinns ju alltid på samma ställen och inplaceringen av nya plantor sker alltid på bestämda platser. Det gör att robotarna endast behöver operera inom ett begränsat område. Vid kontroll av olika utvecklingsstadier hos plantorna behöver inte hela växthusytan avsökas, utan växter med samma utvecklingsstadium återfinns alltid inom ett begränsat område. Med odling i rännor skulle glesning i ett flertal steg enkelt kunna företas med relativt enkla robotar.

9 LITTERATURFÖRTECKNING

- Anjou, K. 1986. Cyklamen. (Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningens rapporter, Trädgård 296). Alnarp.
- Bech, A-M. 1983. Homogeneity and heterogeneity in vegetatively propagated potplants. *Acta Hort.* 146, 135-142.
- Christensen, O.V. 1973. Produktionstidens årlige variation hos *Hedera canariensis* Willd 'Gloire de Marengo'. *Tidsskr. PlAvl.* 77, 224-231.
- Christensen, O.V. 1976a. Produktionstidens årlige variation hos *Kalanchoe blossfeldiana*. *Tidsskr. PlAvl.* 79, 357-377.
- Christensen, O.V. 1976b. Produktionstidens årlige variation hos *Codiaeum variegatum*. *Tidsskr. PlAvl.* 80, 140-144.
- Christensson, H. 1983. *Kalanchoe* som krukväxt året runt. (Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningens rapporter, Trädgård 262). Alnarp.
- Clayton, A. 1979. On the right track for pot plant growing. *Hort. ind.* april (4), 58.
- Cockshull, K.E. & Hughes, A.P. 1971. The effects of light intensity at different stages in flower initiation and development of *Chrysanthemum morifolium*. *Ann. Bot.* 35, 915-916.
- Ekström, B. 1982. Växthuset som arbetsplats. (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik, Specialmeddelande 124). Lund.
- Enoch, H.Z. 1978. A theory for optimalization of primary production i protected cultivation: I. Influence of aerial environment upon primary production. *Acta Hort.* 76, 31-43.
- Frederiksen, H. 1984. Intern transport og hantering i pottgartnerier: I. Analyseresultater. Odense: Automatiseringsinstitut.
- Friedrich, G. 1986. Innerbetrieblicher Transport bei Topfplanzen. *Dte Gartenb.* 40(2), 46-47.
- Friis-Nielsen, B. 1977. Undersogelser af vaekstfaktorer ved produktion af pottplanter (*Hedera*) i væksthuse: III. Vaekstperiodens laengde i relation till lysmaengde og lystid. *Tidsskr. PlAvl.* 81, 431-438.
- Grower. 1978. Danes try conveyor belt cropping. *Grower* 90, 395-396.
- Hallgren, K. 1983. Sallatsfabrik i Vrena. *Viola Trädgårdsvärlden* 49, 11.
- Hicklenton, P.R. & McRae, K.B. 1985. Vegetative growth and flowering of pot *Chrysanthemums* in response to supplemental HPS radiation an splitnight temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(1), 30-33.
- Hughes, A.P. 1973. A comparison of the effects of light intensity and duration on *Chrysanthemum morifolium* cv. Bright Golden Anne in controlled environment. *Ann. Bot.* 37, 267-274.

- Johnson, M. 1985. Automation in citrus sorting and packing. Agri-Mation 1. Proceedings of the Agri-Mation 1 Conference & Exposition, 63-68. St Joseph, MI: ASAE
- Karlsson, M. 1984. Influence of temperature and irradiance on growth and development of *Chrysanthemum morifolium* 'Bright golden Anne'. Publication. Michigan: Michigan state Univerity, Department of Horticulture.
- Karlsson, P. 1985. Odling av julstjärna. (Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningens rapporter, Trädgård 284). Alnarp.
- Klapwijk, D. 1979. Seasonal effects on the cropping-cycle of lettuce in glasshouses during the winter. *Scientia Hort.* 11, 371-377.
- Larsson, S. 1986. Elektronik och datorteknik inom amerikanskt lantbruk. Stockholm: Sveriges tekniska attachéer.
- Lundqvist, P. 1982a. Personlig skyddsutrustning vid växthusarbete. (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik, Specialmeddelande 113). Lund.
- Lundqvist, P. 1982b. Förebyggande av olycksfall och ohälsa i växthusodlingen. (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik, Trädgårdsbyggnader 6). Lund.
- Lundqvist, P. 1982c. Olyckstillbud i växthusodlingen. (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik, Rapport 22). Lund.
- Lundqvist, P. 1984. Arbetsskadestatistik för trädgårdsnäringen 1980/1981. (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik, Specialmeddelande 136). Lund.
- Lundqvist, P. 1985. Olycksrisker i växthusarbete. Internt. Lund: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik.
- Morgan, J.V., Moustafa, A.T. & Tan, A. 1980. Factors affecting growing-on stages of lettuce and chrysanthemum in nutrient solution culture. *Acta Hort.* 98, 253-261.
- Morgan, J.V., Moustafa, A.T. & Groome, N. 1981. A technique for the production of spray Chrysanthemums in a hydroponics system on raised benches. *Acta Hort.* 125, 79-86.
- Nilsson, K. 1975. Arbetsmiljö i växthus. (Jordbrukets utredningsinstitut, nr 15). Stockholm.
- van der Post, C.J. 1979. Uitenlopende technische ontwikkeling in potplantenteelt. *Vakbl. Bloemisterij* 4, 38-43.
- Prince, R.P. & Bartok, J.W. 1978. Plant spacing for controlled environment plant growth. *Trans. ASAE* 21(2), 332-336.
- Prince, R.P. & Koontz, H.V. 1984. Lettuce production from a system approach. Proceedings of the sixth international congress on soilless culture. Wageningen: ISOSC.

- Reuter, C. 1985. Automatische Wanderschaft: Roll-Paletten bei der Bluda. Gärtnerbörse Gartenwelt 30, 1139-1141.
- Schippers, P.A. 1980. Hydroponic lettuce: the latest. Am. Veg. Grow. 6, 22-23, 50.
- Stoffert, G. 1980. Schnittchrysanthemum auf Rollpaletten. Dte. Gartenb. 34(26), 1166-1167.
- Stoffert, G. 1983. Von der Schubkarre bis zum hoch integrierten Kultur- und Fördersystem. Gärtnerbörse Gartenwelt 45, 1130-1158.
- Stoffert, G. 1985. Der Kopfsallat ist in Bewegung geraten. Dte Gartenb. 39(9), 442-446.
- Svensson, S-A. 1986. Utvärdering av växthusutrustning. Viola Trädgårdsvärlden 44, 9.
- van Tongeren, P. & Peelen, H.T.J. 1984. Bedrijfskundige aspecten roltafels transportpaletten en betonvloeren. Vakbl. Bloemisterij 5, 102-105.
- van Weel, P.A. 1980. Wie sieht die Zukunft aus? Rollpaletten oder Rolltische. Gärtnerbörse Gartenwelt 35, 767-769.
- Werner, U. & Oliv, A. 1985. Handelsträdgårdar med växthusodling. (Regionsjukhuset i Örebro, Yrkesmedicinska kliniken, Rapport från yrkesmedicin nr 31). Örebro.

PERSONLIGA MEDDELANDEN FRÅN:

- Andersson, L-E. 1986. Trädgårdsmästare. Malmö.
- Block, K. 1986. Sv. Lantarbetareförbundet. Malmö.
- Brag, H. 1986. Trädgårdsmästare. Hököpinge.
- Brånalt, P. 1986. Trädgårdsmästare. Vellinge.
- Christensen, I. C. 1986. Trädgårdsmästare. Köpenhamn, Danmark.
- Englyst, S. 1986. Trädgårdsmästare. Grundför, Danmark.
- Jönsson, U. 1986. Driftsledare. Swegro, Stenhamra.
- Rappne, B. 1986. Trädgårdsmästare. Solna.
- Rosborg, L. 1986. Trädgårdsmästare. Bellinge, Danmark.
- Stoffert, G. 1986. Prof. Dr. Universität Hannover, Västtyskland.
- Svensson, S-A. 1986. Försöksledare. Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Åvik, A. 1986. Lantbrukshälsan. Höör.

Nedan redovisas de siffror som ligger till grund för beräkningarna på sallat. Som tidsfaktor vid beräkningarna har dagar använts. Omgångarnas storlek vid linjeproduktion har beräknats genom att en optimering har gjorts i modellen. I tabellen anges hur många plantor som inplacerats den fjärde dagen i veckan. Eftersom omgångarnas storlek har bestämts för alla årets dagar, går det inte att beräkna årsproduktionen ur de presenterade siffrorna. De dagar omgångar placeras in som skiljer sig från det optimala plantantalet är de som infaller i början av veckorna. De är alltså inte med i tabellen. För den konventionella odlingen har omgångarnas storlek beräknats manuellt. Beräkningarna har gjorts på en yta av 1000 m².

Vecka	Antal	Vecka	Antal	Vecka	Antal
1	1813	19	2430	36	2331
2	1813	20	2430	37	2240
3	1815	21	2584	38	2240
4	1815	22	2584	39	2132
5	1815	23	2721	40	2132
6	1815	24	2721	41	2039
7	1892	25	2880	42	2039
8	1892	26	2882	43	2039
9	1957	27	2882	44	1957
10	1957	28	2721	45	1957
11	2039	29	2721	46	1892
12	2039	30	2584	47	1892
13	2132	31	2584	48	1813
14	2132	32	2430	49	1815
15	2240	33	2430	50	1815
16	2240	34	2430	51	1815
17	2331	35	2331	52	1815
18	2331				

Omgångarnas storlek med slutodling på linjen. Årsproduktionen blir 778 st/m².

Vecka	Antal	Vecka	Antal	Vecka	Antal
1	1630	19	2086	36	1864
2	1630	20	2155	37	1842
3	1675	21	2155	38	1842
4	1675	22	2235	39	1778
5	1702	23	2235	40	1778
6	1702	24	2268	41	1739
7	1739	25	2235	42	1702
8	1778	26	2235	43	1702
9	1778	27	2155	44	1675
10	1842	28	2155	45	1675
11	1842	29	2086	46	1630
12	1864	30	2033	47	1630
13	1864	31	2033	48	1630
14	1923	32	1982	49	1630
15	1982	33	1982	50	1630
16	1982	34	1923	51	1630
17	2033	35	1864	52	1630
18	2033				

Omgångarnas storlek med kulturen på linjen under hela kulturtiden.
Årsproduktionen blir 658 st/m².

BILAGA 1

1(3)

För efterföljande tabeller över konventionell odling med engångsskörd gäller att kulturtiden anges i dagar. Övriga storheter anges i dagar efter 31 december. Plantorna placeras ut på odlingsytan på slutavstånd, 30 st/m².

Första dag på odlingsytan	Kultur-tid	Omgången färdig	Dag efter skörd och inplacering
1	43	43	50
51	39	89	96
97	35	131	138
139	32	170	177
178	31	208	215
216	35	250	257
258	38	295	302
303	42	344	351
352	43	29(394)	36(401)

Sallaten står under hela kulturtiden på odlingsytan. Skörd och inplacering av nya plantor tar 7 dagar.

Under 401 dagar skördas 9 omgångar. Årsproduktionen blir 246 st/m².

Första dag på odlingsytan	Kultur-tid	Omgången färdig	Dag efter skörd och inplacering
1	26	26	33
34	26	59	66
67	24	90	97
98	21	118	125
126	19	144	151
152	18	169	176
177	16	192	199
200	17	216	223
224	19	242	249
250	20	269	276
277	22	298	305
306	24	329	336
337	26	362	4(369)

Endast slutodling på odlingsytan. Skörd och inplacering av nya plantor tar 7 dagar.

Under 369 dagar skördas 13 omgångar. Årsproduktionen blir 386 st/m².

Första dag på odlingsytan	Kultur- tid	Omgången färdig
1	26	26
27	26	52
53	24	76
77	23	99
100	21	120
121	20	140
141	18	158
159	17	175
176	16	191
192	17	208
209	18	226
227	19	245
246	20	265
266	22	287
288	23	310
311	24	334
335	26	360
361	26	21(386)

Endast slutodling på odlingsytan. Skörd och inplacering av nya plantor tar 0 dagar.

Under 386 dagar skördas 18 omgångar. Årsproduktionen blir 511 st/m².

Nedan redovisas de siffror som ligger till grund för beräkningarna på Hedera. Som tidsfaktor vid beräkningarna har veckor använts. Omgångarnas storlek vid linjeproduktion har beräknats genom att en optimering har gjorts i modellen. I tabellen anges hur många plantor som inplacerats veckovis. För den konventionella odlingen har omgångarnas storlek beräknats manuellt. Beräkningarna har gjorts på en yta av 1000 m².

Vecka	Antal	Vecka	Antal	Vecka	Antal
1	4658	19	7067	36	7067
2	4658	20	7067	37	7067
3	4658	21	7067	38	7067
4	4658	22	6506	39	7067
5	4658	23	6506	40	6506
6	2861	24	6506	41	6506
7	5255	25	6506	42	6506
8	5255	26	6506	43	6506
9	5255	27	6506	44	5615
10	4658	28	6506	45	5615
11	5615	29	6506	46	5615
12	2456	30	6506	47	5255
13	5909	31	564	48	5255
14	0	32	7067	49	4658
15	3701	33	7067	50	4658
16	7067	34	7067	51	4658
17	7067	35	7067	52	4658
18	7067				

Hederaproduktion med ihopplockning av plantorna. Årsproduktionen blir 294 st/m².

De små omgångarna inplacerade vecka 14, 15 och 31 beror på att de veckorna är de första i en period av veckor (14-21 resp. 31-39) då kulturtiden sedan tidigare veckor har förkortats (från 7 till 6 veckor). Eftersom det vid optimering strävas efter att så snabbt som möjligt erhålla en jämn produktion, placeras ett mindre antal plantor in dessa veckor.

Vecka	Antal	Vecka	Antal	Vecka	Antal
1	4314	19	5854	36	6305
2	4314	20	5854	37	6305
3	4314	21	5854	38	6305
4	4314	22	5854	39	6305
5	4314	23	5855	40	5855
6	2791	24	5855	41	5855
7	4822	25	5855	42	5855
8	4822	26	5855	43	5855
9	4822	27	5855	44	5123
10	4314	28	5855	45	5123
11	5123	29	5855	46	5123
12	0	30	5855	47	4822
13	0	31	451	48	4822
14	5468	32	6305	49	4314
15	5854	33	6305	50	4314
16	5854	34	6305	51	4314
17	5854	35	6305	52	4314
18	5854				

Hederaproduktion utan ihopplockning av plantorna. Årsproduktionen blir 264 st/m².

Vecka 12 och 13 har inga plantor placerats in på linjen. Det beror på att de tidigare inplacerade omgångarna kräver ökat utrymme och att det således inte finns plats för inplacering av ytterligare plantor dessa veckor. Anledningen till den lilla omgången vecka 31 är densamma som tidigare.

BILAGA 2
2(3)

Stickning	Insättning	Glesning	Skörd
49	1	6	12
4	8	13	18
12	16	19	23
17	21	24	28
21	25	29	33
27	31	34	38
32	36	39	43
36	40	44	48
41	45	49	2
46	50	3	9

Veckoangivelse för de olika arbetsmomenten vid "konventionell" odling.
För skörd anges den senare av de två veckorna. Årsproduktionen blir 254
st/m² (10 omgångar a 27333 plantor under 56 veckor, från vecka 6 till
vecka 9 året därpå).

Flödesschema för optimering. Flödesschemat illustrerar gången vid optimering av en monokultur. Vid ett kulturbyte blir optimeringen något mer komplicerad, men principen är densamma.

Optimering sker mellan STARTVECKA och SLUTVECKA

TILLYTA är linjens totala yta.

MAXTID är den längsta kulturtiden för kulturen.

KULTTID(A) anger kulturtiden vid inplacering på linjen vecka A.

ANTAL(A) är det antal plantor som inplaceras på linjen vecka A.

YTBEOV(A,B) är den yta varje planta kräver vecka B när den har inplacerats vecka A.

OPTANTAL är det mesta möjliga antalet i varje omgång.

